电脑硬件维修高手速成

计算机主板维修高手

主　编　李敬川　陈学平

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

内 容 简 介

主板维修课程是计算机硬件与外设专业的核心课程，是职业院校计算机硬件检测与维修专业就业岗位典型职业活动中终端计算机及常用配件主板硬件类故障检测与排除所需知识能力整合的专业性课程，具有较强的实践性，注重学生的动手能力的培养。

本课程主要任务是使学生具备运用各种工具对各类主板的硬件故障进行检测排除的能力；具备良好的沟通协调和现场应变能力，具备安全防护意识，规范操作意识。

本书采用大量图解的方式，从主板的认知、工作原理、主要检修方法、检修技能等入门知识讲起，循序渐进地介绍了计算机主板芯片级维修方法。

本书可供电脑维修人员学习、借鉴和参考，也可作为高职、中职电子信息类专业的计算机维修教材，还可以作为大学生技能大赛芯片维修的指导用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

计算机主板维修高手 / 李敬川，陈学平主编．—北京：电子工业出版社，2015.1
（电脑硬件维修高手速成）
ISBN 978-7-121-22726-4

Ⅰ. ①计… Ⅱ. ①李… ②陈… Ⅲ. ①计算机主板－维修 Ⅳ. ①TP332.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 254594 号

策划编辑：谭佩香
责任编辑：鄂卫华
印　　刷：中国电影出版社印刷厂
装　　订：中国电影出版社印刷厂
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：20　字数：487 千字
版　　次：2015 年 1 月第 1 版
印　　次：2015 年 1 月第 1 次印刷
定　　价：39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前　言

随着电脑的普及程度不断提高，板卡插拔已逐渐成为绝大多数人排除电脑故障的常规手段，越来越多的人希望进一步掌握电脑硬件维修技术。对学习芯片级维修的新手来说，最大的苦恼是学不会，不知从何学起。而对于有一定经验的用户来说，常常苦恼于维修技能较长时间地停留在一个较低的水平上。《电脑硬件维修高手速成》这套丛书就是为想入门并想提高芯片级维修技能的读者而刻意编写的。

本丛书以就业为导向，突出技能实训，涵盖了当前计算机硬件维修领域的大部分课程内容，为完全掌握硬件芯片级维修技能提供了全套的解决方案。

主板是整个电脑的关键部件，是电脑各种板卡工作的基础平台，在电脑中起着至关重要的作用。主板工作在低电压、大电流的条件下，因而故障率相对较高。而由于主板的价格较高，可维修性较强，因此，主板的维修业务与日俱增。基于此情况，越来越多的维修人员需要学习、提高电脑主板的维修技能。

主板维修要求维修人员有一定的模拟电路和数字电路基础，有一定的电路读图能力，并且要掌握电脑硬件的相关知识及拆装技巧。

本书采用大量图解的方式，从主板的认知、工作原理、主要检修方法、检修技能等入门知识讲起，逐渐深入，对主板的各单元电路进行细致分析，重点讲解了主板各种故障的产生原因与检修方法。

本书由重庆电子工程职业学院的李敬川、陈学平担任主编。本书在编写过程中得到了重庆电子工程职业学院芯片维修大赛参赛团队的大力支持，在此深表感谢！

由于时间仓促，对于书中出现的不足，恳切希望读者朋友批评指正，以便我们再版时改进。

编　者

2014 年 8 月

目　　录

第 1 章　计算机主板概述 1

1.1　计算机及主板发展史 1

1.1.1　第一代真空管计算机（1946—1957 年） 1

1.1.2　第二代晶体管计算机（1957—1964 年） 1

1.1.3　第三代集成电路计算机（1964—1972 年） 2

1.1.4　第四代大规模集成电路计算机（1972—至今） 2

1.2　主板分类及组成 2

1.2.1　按 CPU 的接口类型分类 3

1.2.2　按主板的结构分类 12

1.2.3　ATX 结构主板 12

1.2.4　BTX 结构主板 13

1.3　主板的主要芯片 14

1.3.1　北桥芯片 14

1.3.2　南桥芯片 15

1.3.3　BIOS 芯片 16

1.3.4　I/O 芯片 18

1.3.5　时钟芯片 19

1.3.6　声卡芯片 19

1.3.7　网卡芯片 20

1.3.8　串口管理芯片 21

1.3.9　电源管理芯片 21

1.4　主板插槽和接口 21

1.4.1　内存插槽 22

1.4.2　PCI 插槽 27

1.4.3　PS/2 接口 30

1.4.4　USB 接口 30

1.4.5　LPT 接口（并口） 32

1.4.6　SATA 接口 32

1.4.7　PCI-E 插槽 34

1.5 练习题......37

第 2 章 主板开机电路结构原理及故障检修......39

2.1 主板开机电路构成及工作原理......39
2.1.1 认识 ATX 电源......41
2.1.2 南桥芯片介绍......44
2.1.3 I/O 芯片......46
2.1.4 逻辑门电路......47
2.2 主板开机电路原理分析......48
2.2.1 INTEL 开机电路原理图......48
2.2.2 VIA 开机电路原理图......49
2.2.3 SIS 开机电路原理图......50
2.2.4 nVIDIA 开机电路原理图......51
2.2.5 AMD 开机电路原理图......52
2.3 主板开机电路检修流程......52
2.4 主板开机电路检修思路......54
2.5 主板开机电路实训......57
2.5.1 开机电路数据测试......57
2.5.2 开机电路故障模拟......62
2.5.3 开机电路故障维修......62
2.6 本章练习题......63

第 3 章 主板时钟电路结构原理及故障检修......65

3.1 主板时钟电路的构成......65
3.1.1 时钟发生器......65
3.1.2 时钟芯片说明......66
3.1.3 14.318 MHz 晶振......66
3.2 主板时钟电路工作原理......67
3.2.1 时钟电路的构成......67
3.2.2 主板时钟电路工作原理......73
3.2.3 时钟发生器工作条件......78
3.2.4 时钟电路故障检测......78
3.3 主板时钟电路检修流程......80
3.4 主板时钟电路检修思路......80
3.5 主板时钟电路维修实训......82

3.5.1 主板时钟电路数据测试 82
3.5.2 主板时钟电路故障模拟 86
3.5.3 主板时钟电路故障维修 86
3.6 本章练习题 87

第 4 章 主板复位电路结构原理及故障检修 89

4.1 主板复位电路的复位信号及原理 89
4.1.1 各种设备的复位信号 89
4.1.2 主板复位信号的工作原理 90
4.2 主板复位电路的连接方式与信号流向 93
4.2.1 常见复位电路的连接方式 93
4.2.2 G41 主板复位信号流向 93
4.3 主板复位电路的检修流程 97
4.4 主板复位电路的维修思路 98
4.5 主板复位电路维修实训 99
4.5.1 主板复位电路数据测试 99
4.5.2 主板复位电路故障模拟 104
4.5.3 主板复位电路故障维修 105
4.6 本章练习题 105

第 5 章 主板 CPU 供电电路结构原理及故障检修 107

5.1 主板 CPU 供电电路结构原理 107
5.1.1 主板 CPU 供电电路的组成 107
5.1.2 主板 CPU 供电电路的工作原理 111
5.2 主板 CPU 供电电路原理分析 120
5.2.1 主板 CPU 供电原理 120
5.2.2 CPU 供电电路芯片 122
5.2.3 CPU 供电电路的工作条件 124
5.3 CPU 供电电路检测流程 125
5.4 CPU 供电电路检修思路 127
5.5 主板 CPU 供电电路实训 128
5.5.1 主板 CPU 供电电路数据测试 128
5.5.2 主板 CPU 供电电路故障模拟 132
5.5.3 主板 CPU 供电电路故障维修 132
5.6 本章练习题 134

第 6 章 主板南北桥供电电路结构原理及故障检修 135

6.1 主板南北桥供电电路结构原理 135
6.1.1 主板南北桥供电电路组成 135
6.1.2 南北桥供电电路原理 138
6.2 DVR G41 主板南北桥供电电路原理分析 143
6.2.1 南桥供电电路 143
6.2.2 北桥供电电路 145
6.3 南北桥供电电路检修流程 148
6.3.1 北桥供电电路的检修流程 148
6.3.2 南桥供电电路的检修流程 148
6.4 南北桥供电电路检修思路 149
6.4.1 检修思路 149
6.4.2 南北桥供电故障检测点 149
6.5 主板南北桥供电电路实训 150
6.5.1 主板南北桥供电电路数据测试 150
6.5.2 主板南北桥供电电路故障模拟 161
6.5.3 主板南北桥供电电路故障维修 161
6.6 本章练习题 162

第 7 章 主板内存供电电路结构原理及故障检修 163

7.1 主板内存供电电路结构原理 163
7.1.1 主板内存供电电路组成 163
7.1.2 内存供电电路原理 164
7.2 Intel DVR G41 主板内存电路原理分析 169
7.3 内存电路检修流程 173
7.4 内存电路检测思路 175
7.5 内存电路维修实训 175
7.5.1 内存供电电路数据测试 175
7.5.2 内存供电电路故障模拟 177
7.5.3 内存供电电路故障维修 178
7.6 本章练习题 178

第 8 章 主板 CMOS 和 BIOS 供电电路结构原理及故障检修 179

8.1 主板 CMOS 和 BIOS 供电电路结构原理 179

8.1.1 主板 BIOS 供电电路结构原理......179
8.1.2 CMOS 供电电路结构原理......183
8.2 DVR G41 主板 CMOS 和 BIOS 电路原理分析......188
8.3 CMOS 和 BIOS 电路检修流程......190
8.4 CMOS 供电电路检修思路......191
8.5 主板 CMOS 与 BIOS 电路实训......192
8.5.1 主板 CMOS 与 BIOS 电路数据测试......192
8.5.2 主板 CMOS 与 BIOS 电路故障模拟......195
8.5.3 主板 CMOS 电路故障维修......195
8.6 本章练习题......196

第 9 章 主板接口供电电路结构原理及故障检修......197

9.1 主板接口电路故障及分类......197
9.1.1 接口电路故障维修......197
9.1.2 接口电路的分类......198
9.2 键盘和鼠标接口电路及故障检测......198
9.2.1 键盘和鼠标接口电路......198
9.2.2 键盘和鼠标接口电路故障检测......200
9.3 串口接口电路原理及维修......201
9.3.1 串口接口电路工作原理......201
9.3.2 串口接口电路故障维修......203
9.4 并口接口电路原理及维修......204
9.4.1 并口接口电路工作原理......204
9.4.2 并口接口电路故障维修......206
9.5 USB 接口电路原理及维修......208
9.5.1 USB 接口电路工作原理......208
9.5.2 USB 接口电路故障维修......216
9.6 硬盘接口电路原理及维修......217
9.6.1 IDE 接口电路工作原理......217
9.6.2 SATA 接口电路工作原理......220
9.6.3 硬盘接口电路故障维修......224
9.7 风扇控制接口电路工作原理......224
9.8 主板接口供电电路实训......229
9.8.1 主板接口供电电路数据测试......229
9.8.2 主板接口供电电路故障模拟......237
9.8.3 主板接口电路故障维修......238

9.9　本章练习题......242

第 10 章　主板维修工作流程......243

10.1　接待客户......243
10.2　故障现象记录......244
10.3　检测并维修故障主板......244
10.4　填写维修记录单......248
10.5　主板测试......249
10.6　联系客户取主板......250

第 11 章　主板维修工具的使用......255

11.1　万用表的使用......255
11.2　示波器的使用......257
11.2.1　DS1000 系列数字示波器前操作面板简介......257
11.2.2　DS1000 系列数字示波器显示界面说明......259
11.2.3　使用要领和注意事项......260
11.2.4　数字示波器的高级应用......261
11.3　电烙铁......271
11.4　热风焊台的使用......279
11.5　直流可调稳压电源的使用......281
11.6　吸锡器具的使用......284
11.7　BGA 返修台的使用......286
11.7.1　时效 SV-550 返修台简介......286
11.7.2　操作步骤......288
11.7.3　使用注意事项......295
11.8　四位代码故障诊断卡的使用......295

第 1 章　计算机主板概述

1.1　计算机及主板发展史

世界上第一台电子数字式计算机于 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学研制成功，它的名称叫 ENIAC（埃尼阿克），是电子数值积分式计算机（The Electronic Numberical Intergrator and Computer）的缩写。它使用了 17468 个真空电子管，耗电 174 千瓦，占地 170 平方米，重达 30 吨，每秒钟可进行 5000 次加法运算。虽然它还比不上今天最普通的一台微型计算机，但在当时，已是运算速度的绝对冠军，并且其运算的精确度和准确度也是史无前例的。以圆周率（π）的计算为例，中国的古代科学家祖冲之利用算筹，耗费 15 年心血，才把圆周率计算到小数点后 7 位数。一千多年后，英国人香克斯以毕生精力计算圆周率，才计算到小数点后 707 位。而使用 ENIAC 进行计算，仅用了 40 秒就达到了这个记录，还发现香克斯的计算中，第 528 位是错误的。

ENIAC 奠定了电子计算机的发展基础，在计算机发展史上具有划时代的意义，它的问世标志着电子计算机时代的到来。ENIAC 诞生后，数学家冯 • 诺依曼提出了重大的改进理论，主要有两点：其一是电子计算机应该以二进制数为运算基础，其二是电子计算机应采用“存储程序”方式工作，并且进一步明确指出了整个计算机的结构应由五个部分组成：运算器、控制器、存储器、输入装置和输出装置。冯 • 诺依曼的这些理论的提出，解决了计算机的运算自动化问题和速度配合问题，对后来计算机的发展起到了决定性的作用。直至今天，绝大部分的计算机还是采用冯 • 诺依曼方式工作。

ENIAC 诞生后短短的几十年间，计算机的发展突飞猛进。主要电子元器件相继使用了真空电子管、晶体管，中、小规模集成电路和大规模、超大规模集成电路，引起计算机的几次更新换代。每一次更新换代都使计算机的体积和耗电量大大减小，功能大大增强，应用领域进一步拓宽。特别是体积小、价格低、功能强的微型计算机的出现，使得计算机迅速普及，进入了办公室和家庭，在办公室自动化和多媒体应用方面发挥了很大的作用。目前，计算机的应用已扩展到社会的各个领域。计算机的发展过程可分成以下几个阶段。

1.1.1　第一代真空管计算机（1946—1957 年）

硬件方面，逻辑元件采用电子管，主存储器采用汞延迟线、磁鼓、磁芯；外存储器采用磁带。软件方面采用机器语言、汇编语言。应用领域以军事和科学计算为主。特点是体积大、功耗高、可靠性差、速度慢（一般为每秒数千次至数万次）、价格昂贵，但为以后的计算机发展奠定了基础。

1.1.2　第二代晶体管计算机（1957—1964 年）

硬件方面，逻辑元件采用晶体管，主存储器采用磁芯，外存储器采用磁盘。软件方面

出现了以批处理为主的操作系统、高级语言及其编译程序。应用领域以科学计算和事务处理为主。并开始进入工业控制领域。特点是体积缩小、能耗降低、可靠性提高、运算速度提高（一般为每秒数十万次，可高达 300 万次）、性能比第一代计算机有很大的提高。

1.1.3 第三代集成电路计算机（1964—1972 年）

硬件方面，逻辑元件采用中、小规模集成电路，主存储器仍采用磁芯。软件方面出现了分时操作系统以及结构化、规模化程序设计方法。特点是速度更快（一般为每秒数百万至数千万次）。而且可靠性有了显著提高，价格进一步下降，产品走向通用化、系列化和标准化。应用领域开始进入文字处理和图形图像处理领域。

1.1.4 第四代大规模集成电路计算机（1972—至今）

硬件方面，逻辑元件采用大规模和超大规模集成电路，软件方面出现了数据库管理系统、网络管理系统和面向对象语言等。特点是 1971 年世界上第一台微处理器在美国硅谷诞生，开始了微型计算机的新时代。应用领域从科学计算、事务管理、过程控制逐步走向家庭。

1.2 主板分类及组成

1. 主板简介

主板，又叫主机板（mainboard）、系统板（systembourd）和母板（motherboard）；它安装在机箱内，是微机最基本的也是最重要的部件之一。主板一般为矩形电路板，上面安装了组成计算机的主要电路系统，一般有 BIOS 芯片、I/O 控制芯片、键盘和面板控制开关接口、指示灯插接件、扩充插槽、主板及插卡的直流电源供电插接件等器件。主板的另一特点，是采用了开放式结构。主板上大都有 6～8 个扩展插槽，供 PC 机外围设备的控制卡（适配器）插接。通过更换这些插卡，可以对微机的相应子系统进行局部升级，使厂家和用户在配置机型方面有更大的灵活性。总之，主板在整个微机系统中扮演着举足轻重的角色。可以说，主板的类型和档次决定着整个微机系统的类型和档次，主板的性能影响着整个微机系统的性能。

2. 主板的结构

电脑主板大多采用四层或六层的 PCB 板，其中四层板的上下两层主要是信号线，中间两层中一层是供电线，一层是地线；六层板主要用于服务器主板和笔记本电脑主板，其中中间的四层中有两层是信号线，另两层为供电线和地线，上下两层有少数信号线和供电线。

3. 主板的组成

（1） 主板按接口的组成。

由 CPU 接口、内存接口、AGP 接口、PCI 接口、ISA 接口、AMR（软声卡、软猫）接口、CNR（通信网卡）接口、IDE（硬盘、光驱）接口、FDD（软驱）接口、键盘口、鼠标口、USB 口、LPT（并口）、COM（串口）、电源接口、风扇接口及各种跳线柱，现在多数主板已集成声卡、网卡及一些集成显卡。

（2）　按主板元器件组成：

由北桥芯片、南桥芯片、I/O 芯片、BIOS 芯片、时钟芯片、电源控制芯片、门电路芯片、八脚比较器（运算放大器）、串口芯片、晶振、场效应晶体管、三极管、二极管、电感器、电容器、电阻器、电池等组成，有些主板还集成了一些特殊芯片（监控芯片、开机复位芯片等）。

（3）　按主板总线组成。

由数总线（DB）、地址总线（AB）、控制总线（CB）组成，而总线又由 CPU 总线、AGP 总线、PCI 总线、ISA 总线组成。

（4）　按主板电路组成。

由开机电路、供电电路、时钟电路、复位电路、BIOS 及接口电路组成。

1.2.1　按 CPU 的接口类型分类

1.　LGA775 接口

LGA775（Land Grid Array），又称 Socket T，是英特尔公司于 2004 年 7 月推出的处理器插座，用作取代 Socket 478。它与旧式 CPU 插槽最大不同的地方是，其接点座设在底板上，CPU 自身不带针脚，因而减少 CPU 插拔时针脚易损坏的问题。该插座支持的 CPU 有 Pentium 4、Pentium D、部分 Prescott 核心的 Celeron（Celeron D）以及桌上型的 Core 2 CPU。

LGA775 接口和 LGA775 的 CPU 针脚如图 1-1 和图 1-2 所示。

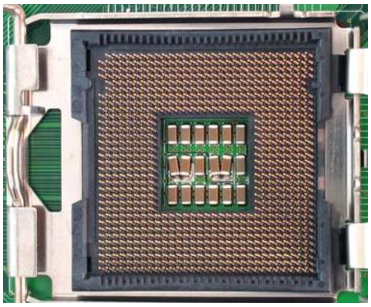


图 1-1　LGA 775 接口

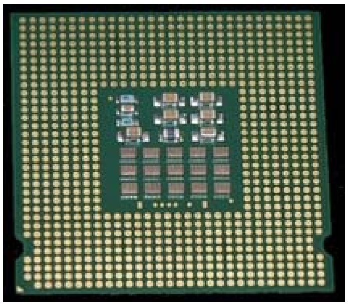


图 1-2　LGA 775CPU 针脚

（1）使用 LGA775 插槽 CPU 主要有：

Prescott Pentium 4 505/505J，506，520-570，520J-570J，521-571

Prescott 2M Pentium 4 630-670，662-672

Cedar Mill Pentium 4 631-661

Prescott 256K Celeron D 325J-345J，326-351

Prescott Pentium 4 Extreme Edition 3724 MHz

Gallatin Pentium 4 Extreme Edition 3400/3466 MHz

Smithfield Pentium D 805，820-840

Smithfield Pentium Extreme Edition 840

Presler Pentium D 915，925，920-960

Presler Pentium Extreme Edition 950/960
Conroe Core 2 Duo E4300-4400，E63X0-68X0，Pentium Dual-Core E21X0-E2200
Conroe Core 2 Extreme，X6800
Conore Celeron Dual Core E1X00
Conore Xeon，30X0，3065
Kentsfield Core 2 Quad，Q6600，Q6700
Kentsfield Core 2 Extreme，QX6700，QX6850，QX6800
Kentsfield Xeon，X32X0
Wolfdale Core 2 Duo E8X00 45nm
Wolfdale Core 2 Duo E7X00 45nm
Wolfdale Pentium Dual Core E5X00 45nm
Wolfdale Pentium Dual Core E6X00 45nm
Wolfdale Xeon，E31X0，L3014，L3110，L3360，L34X6
Yorkfield Core 2 Quad，Q8X00，Q9X00 ，Q9X50
Yorkfield Core 2 Extreme，QX9650，QX9770
Yorkfield Xeon，X33X0，L3360

（2） 支持的芯片组主要有：

英特尔
i848P 系列
i865/875 系列
i865G/GV/P/PE，i875P
i91X/925 Express 系列（不支持双核心处理器）
i910GL，i915G/GL/GV/P/PL，i925X/XE
i945/955 Express 系列
i945G/P，i955X
i946 Express 系列
946GZ/PL
965/i975 Express 系列
Q965/P965/G965/Q963/i975X
3X 系列
P35/G35/P33/G33/Q33/P31/G31/X38
4X 系列
X48/P45/P43/P41/G45/G43/G41
服务器用芯片组
E7221/E7230
Nvidia
nForce 4
nForce 4 Ultra/SLi/SLi XE/SLi X16（Intel Edition）
nForce 500 Intel Edition

nForce 590 SLi/570 SLi
nForce 600i
nForce 680i
nForce 650i SLi
nForce 700i
nForce 750i SLi
nForce 780i SLi
nForce 790i SLi
AMD
Radeon Xpress 200 IE
RD600
SiS
SiS 649/656/656FX/662/670/671FX
VIA
VIA PT800Pro/PT894/PT894 Pro

2. LGA1366 接口

Intel 将在下一代 45nm Nehalem 系列处理器中开始使用新的 LGA 1366 接口，又称 Socket B，逐步取代流行多年的 LGA 775。从名称上就可以看出，LGA 1366 要比 LGA 775 多出约 600 个针脚，这些针脚会用于 QPI 总线、三条 64bit DDR3 内存通道等连接。Bloomfield、Gainestown 以及 Nehalem 处理器的接口为 LGA 1366，比目前采用 LGA 775 接口的 Penryn 的面积大了 20%。处理器 die 越大，发热量相对就越大，所以就需要散热效果更佳的 CPU 散热器。而且处理器背面多出了一块金属板（和 LGA 775 接口外观雷同），目的是为了更好是固定处理器以及散热器。LGA 1366 对主板电压调节模块（VMR）也提出了新要求，版本将从 11 升级到 11.1。

45nm Nehalem 将带来 Intel 微处理器架构的又一次重大变革，不过仅就桌面而言，高端、中端和低端型号的具体架构又会各自有所不同。

LGA1366 接口和 LGA1366 的 CPU 针脚如图 1-3 和图 1-4 所示。

图 1-3　LGA 1366 接口

图 1-4　LGA 1366CPU 针脚

使用 LGA1366 插槽的 CPU：

第一代 Intel Core i7（部分型号）；

第一代 Intel Core i7 Extreme（全部型号）。

支持的芯片组：

Intel X58。

3. LGA 1156 接口

LGA 1156 又叫做 Socket H，是 Intel 在 LGA775 与 LGA 1366 之后的 CPU 插槽。LGA 1156 和 LGA 1366 都是用来取代 LGA 775。它也是 Intel Core i3/i5/i7 处理器（Nehalem 系列）的插槽。

与上一代 Socket T 相比，Soket H 五金件与塑胶件分开。Socket T 是将连接器铆接到五金件上的。

LGA1156 接口和 LGA1156 的 CPU 针脚如图 1-5 和图 1-6 所示。

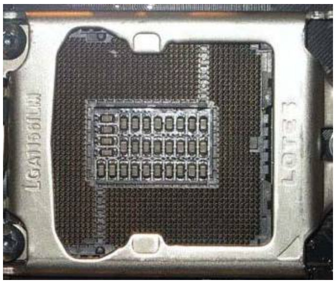


图 1-5　LGA 1156 接口

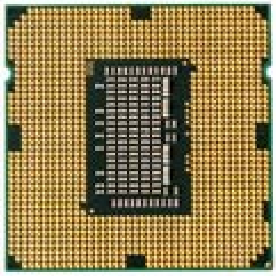


图 1-6　LGA 1156CPU 针脚

使用 LGA1156 插槽的 CPU：

Intel Core i3/i5/i5；

部分 Intel 奔腾双核。

支持的芯片组：

Intel P55、H55、H57。

4. LGA 1155 接口

LGA 1155 又称“Socket H2”，是英特尔（Intel）于 2011 年所推出 Sandy Bridge 微架构的新款 Core i3、Core i5 及 Core i7 处理器所用的 CPU 插槽，此插槽将取代 LGA 1156，两者并不相容，因此新旧款 CPU 无法互通使用。

LGA1155 接口和 LGA1155 的 CPU 针脚如图 1-7 和图 1-8 所示。

图 1-7　LGA 1155 接口

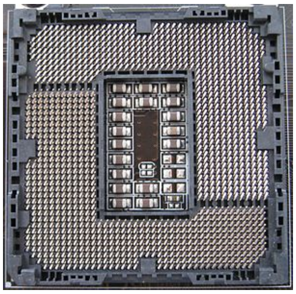


图 1-8　LGA 1155CPU 针脚

使用 LGA1156 插槽的 CPU：

二、三代 Intel Core i3/i5/i7。

支持的芯片组主要有：

Intel Q77、Z77、H77、B75、P67、H67、Q67、Q65、B65、H61、Z68 等。

5. LGA2011 接口

LGA 2011，又称 Socket R，是英特尔于 2011 年第四季所推出 Sandy Bridge-E 微架构 CPU 所使用的插座，此插座取代 LGA 1366 和 LGA 1567，供极致级 Core i7 及单路/双路/四路平台 Xeon E5 使用。

由于充裕的金属接触脚位，Intel 表示 LGA 2011 可以沿用到 14nm 时代的服务器/极致级处理器上，包括 Ivy Bridge-EP、Haswell-EP/EX、Broadwell-EX 等。由于 Haswell-E 系列开始支持 DDR4 内存，因此预示该插座也支持 DDR4 的主板。[2]Sandy Bridge-E 平台采用的是 LGA2011-0，Haswell-E 平台采用的是新款 LGA2011-3，虽然 2011 个触点的分布不变，但两者的防呆凸槽位置改变了，使得两者无法相容。

LGA2011 接口和 LGA2011 的 CPU 针脚如图 1-9 和图 1-10 所示。

图 1-9　LGA 2011 接口

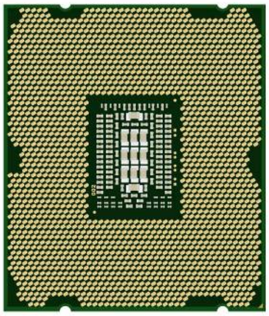


图 1-10　LGA 2011CPU 针脚

6. LGA1150 接口

LGA 1150（Socket H3）是 Intel 最新的桌面型 CPU 插座，供基于 Haswell 微架构的处理器使用。

LGA 1150 以后将取代现行的 LGA 1155（Socket H2）。LGA 1150 的插座上有 1150 个突出的金属接触位，处理器上则与之对应有 1150 个金属触点。散热器的安装位置则和 LGA 1155 和 LGA 1156 的一样，安装脚位的尺寸都是 75 mm×75 mm，因此适用于 LGA 1156/LGA 1155 的散热器可以安装在 LGA 1150 的插座上。和 LGA 1156 过渡至 LGA 1155 一样，LGA 1150 和 LGA 1155 互不兼容。

LGA1150 接口和 LGA1150 的 CPU 针脚如图 1-11 和图 1-12 所示。

使用 LGA1156 插槽的 CPU：

四代 Intel Core i3/i5/i7；

Xeon E3；

Pentium；

Celeron。

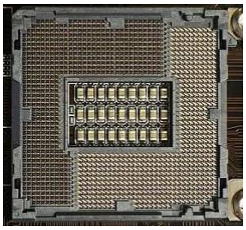


图 1-11　LGA 1150 接口

图 1-12　LGA 1150CPU 针脚

支持的芯片组主要有：

Intel H81、B85、Q85、Q87、H87、Z87 等。

7.　Socket 939 接口

Socket 939 是 AMD 处理器插座的一种，于 2004 年 6 月推出，用做取代 Athlon 64 所使用的 Socket 754，是支持 64 位平台 AMD64 的插座，并支持双通道(Dual Channel)。Socket939 接口如图 1-13 所示。

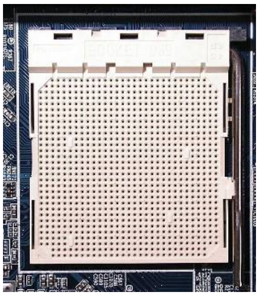


图 1-13　Socket939 接口

支持 Socket939 的 CPU 有：

AMD Athlon 64（3000+ - 4000+）；

AMD Athlon 64 FX；

AMD Athlon 64 X2；

部分 AMD Opteron 1xx 系列；

部分 AMD Sempron 3x00+（步进 E3、E6）。

支持 Socket939 的芯片组：

nVidia：nForce4 系列、nForce3 Ultra、C51 等。

VIA：K8T890/Pro、K8T800 Pro、K8M890 等。

SIS：756 系列、755FX、761GX/761GL 等。

ULi：M1695/1697、M1689 等。

ATi：Xpress 200P、Xpress 200 等。

8.　Socket AM2 接口

Socket AM2 是 2006 年 5 月底发布的支持 DDR2 内存的 AMD64 位桌面 CPU 的接口标准，具有 940 根 CPU 针脚，支持双通道 DDR2 内存。虽然同样都具有 940 根 CPU 针脚，但

Socket AM2 与原有的 Socket 940，在针脚定义以及针脚排列方面都不相同，并不能互相兼容。

Socket AM2 接口和 Socket AM2 的 CPU 针脚如图 1-14 和图 1-15 所示。

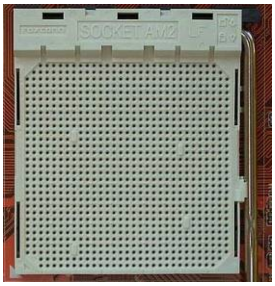


图 1-14　Socket AM2 接口

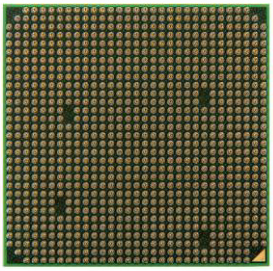


图 1-15　Socket AM2 CPU 针脚

支持 Socket AM2 的 CPU 有：

Athlon 64 系列；

Athlon 64 X2 系列；

Athlon 64 FX FX-62 系列；

Opteron 12xx 系列；

Sempron 系列；

Athlon X2 系列；

Phenom 系列。

支持 Socket AM2 的芯片组：

AMD 480X、AMD 570X、AMD 580X、AMD 690G、AMD 740G、NVIDIA NF520LE、NF 550、NF560、NF570、NF590、MCP61、MCP68 等。

9. Socket F 接口

Socket F 是第二代 AMD Opteron 处理器（型号：22xx、82xx）所使用的插座之一，拥有双核心、1207 个脚位，采用与 LGA 775 相似的接触点式设计，主要用于服务器。

10. Socket AM2+接口

Socket AM2+是一款 AMD 处理器的 CPU 插座，是现时用于多款 AMD 处理器（如 Athlon 64 X2）的 Socket AM2 的后继插座。Socket AM2+与 Socket AM2 完全相容。

Socket AM2+接口和 Socket AM2+的 CPU 针脚如图 1-16 和图 1-17 所示。

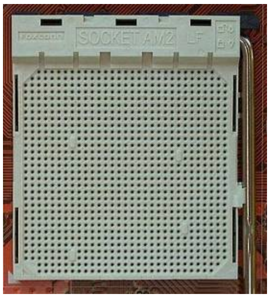


图 1-16　Socket AM2+接口

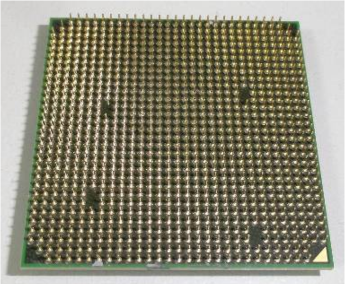


图 1-17　Socket AM2+ CPU 针脚

支持 Socket AM2+的 CPU 有：

Athlon 64 系列；

Athlon 64 X2 系列；

Opteron 系列；

Phenom 系列。

支持 Socket AM2+的芯片组：

AMD 770X、AMD 790X、AMD 790FX、AMD760G、AMD 780G、AMD 790GX、NVIDIA NF720D、NF 750A SLI、NF 780A SLI、NF 980A SLI、MCP78 等。

11. Socket AM3 接口

AM3 的全称是 Socket AM3，它是用于取代上一代 Socket AM2+。主板插座有 941 个接口，CPU 有 938 支针脚，这也就意味着 AM3 的 CPU 可以与旧有 Socket AM2+插座甚至是更早的 Socket AM2 插座在物理上是兼容的，因为后两者的物理引脚数均为 940 针，事实上 Socket AM3 处理器也完全能够直接工作在 Socket AM2+主板上（BIOS 支持），不过 940 针的 Socket AM2+处理器将不能在 938 针的 Socket-AM3 主板上使用。

Socket AM3 接口和 Socket AM3 的 CPU 针脚如图 1-18 和图 1-19 所示。

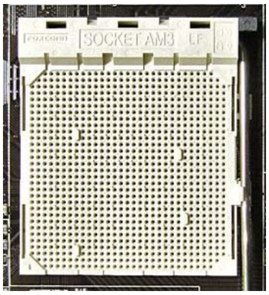


图 1-18　Socket AM3 接口

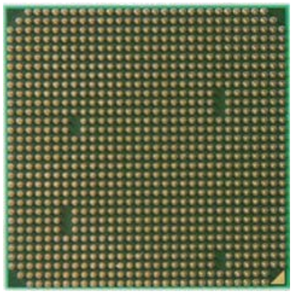


图 1-19　Socket AM3 的 CPU 针脚

支持 Socket AM3 的 CPU 有：

Phenom II 系列；

Athlon II 系列；

Sempron 系列。

支持 Socket AM3 的芯片组：

AMD 760G、AMD790FX、AMD 790GX、AMD RS880、AMD RS880C、AMD RS890、AMD RS880D、SiS757、SiS772、Nvida MCP85 等。

12. Socket AM3+接口

Socket AM3+（又称 Socket AM3b）是 AMD 推出的 CPU 插座，于 2011 年发布，取代上一代 Socket AM3 并支持 AMD 新一代 32 纳米处理器 AMD FX（代号“Zambezi”）。

AM3+支持 HyperTransport 3.1，主板插座有 942 个接口，仅比 Socket AM3 多一个接口，接口排布基本与 Socket AM3 一致。CPU 有 938 支针脚。AM3+/AM3 CPU 内置的内存控制器能支持 DDR3，不同的是 AM3 最高只支持至 DDR3-1600，AM3+则推进至 DDR3-2133；而采用 AM3+的 CPU 有 AMD FX 系列，采用 AM3 的 CPU 有 Phenom II、Athlon II 和 Sempron

系列。除此之外，AM3+供电比 AM3 更完善。

一些使用 AM3 的芯片组，主板厂商也可以通过改版 BIOS 来使用 AM3+插槽。

为了更直观区分 AM3+和 AM3，AMD 统一将 AM3+插槽做成黑色，区别于 AM3 常见的白色。

Socket AM3+接口和 Socket AM3+的 CPU 针脚如图 1-20 和图 1-21 所示。

图 1-20　Socket AM3+接口

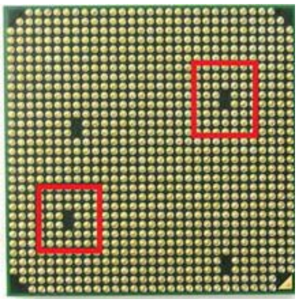


图 1-21　Socket AM3+的 CPU 针脚

13.　Socket FM1 接口

Socket FM1 是 AMD 于 2011 年 6 月所发布研发代号为“Llano”的新处理器所用的桌上型电脑 CPU 插槽[1]，针脚有 905 个。采用 FM1 的 CPU 有 A-series APUs 系列，支持的芯片组有 A55、A75 系列。

Socket FM1 接口和 Socket FM1 的 CPU 针脚如图 1-22 和图 1-23 所示。

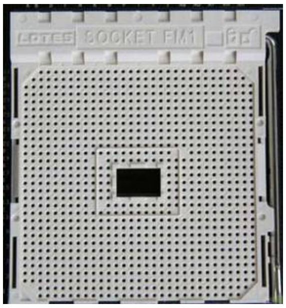


图 1-22　Socket FM1 接口

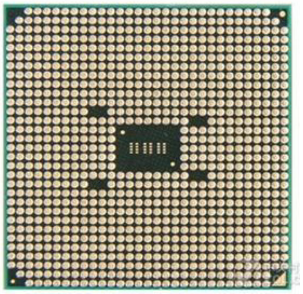


图 1-23　Socket FM1 的 CPU 针脚

14.　Socket FM2 接口

Socket FM2 是 AMD 桌面平台的 CPU 插座，适用于代号 Trinity 及 Richland 的第二代加速处理器，具体型号是 A10/A8/A6/A4/Athlon 处理器。

新发布的 A85X 的 FCH 芯片组将采用这种 CPU 插座。对于 A75、A55 芯片组，AMD 表示可以与 Trinity APU 相容，但是需要使用 Socket FM2 插座，因为 Socket FM2 与 Socket FM1 相比，针脚的排列和针脚数均有所改变。支持 Trinity APU 的主板（无论是 A55、A75 还是 A85 芯片组）均须采用 Socket FM2 插座。此举与 Socket AM3+插座回溯相容 Socket AM3 的 CPU 做法完全不同。

Socket FM2 接口和 Socket FM2 的 CPU 针脚如图 1-24 和图 1-25 所示。

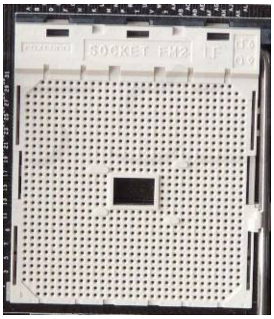


图 1-24　Socket FM2 接口

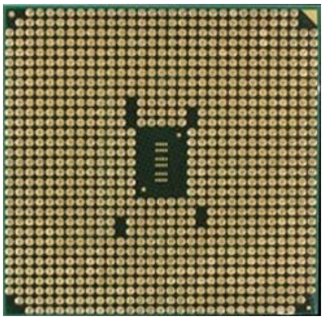


图 1-25　Socket FM2 的 CPU 针脚

15. Socket FM2+接口

Socket FM2+是 AMD 最新的桌面平台 CPU 插座，适用于代号 Kaveri 的第三代 APU，并向前相容于代号 Trinity 及 Richland 的第二代 APU。

相比 FM2，FM2+多了两只针脚，支持 PCIe 3.0 及统一寻址空间。Socket FM2+主板支持 FM2 及 FM2+ APU，但 FM2+ APU 不可用于 FM2 主板上，因为针脚多了两只。

采用 Socket FM2+的 CPU 有 Kaveri 系列 CPU、支持的芯片组有 A88X 系列。

1.2.2　按主板的结构分类

分为 AT、Baby-AT、ATX、Micro ATX、LPX、NLX、Flex ATX、EATX、WATX 以及 BTX 等结构。其中，AT 和 Baby-AT 是多年前的老主板结构，现在已经淘汰；而 LPX、NLX、Flex ATX 则是 ATX 的变种，多见于国外的品牌机，国内尚不多见；EATX 和 WATX 则多用于服务器/工作站主板；ATX 是目前市场上最常见的主板结构，扩展插槽较多，PCI 插槽数量在 4～6 个，大多数主板都采用此结构；Micro ATX 又称 Mini ATX，是 ATX 结构的简化版，就是常说的“小板”，扩展插槽较少，PCI 插槽数量在 3 个或 3 个以下，多用于品牌机并配备小型机箱；而 BTX 则是英特尔制定的最新一代主板结构。

1.2.3　ATX 结构主板

ATX（Advanced Technology Extended）是一种主板规格，由英特尔公司在 1995 年制定，这是多年来第一次计算机机壳与主板设计的重大改变。由于 Baby AT 主板市场的不规范和 AT 主板结构的过于陈旧，英特尔在 1995 年 1 月公布了扩展 AT 主板结构，即 ATX（Advanced Technology Extended）主板标准。ATX 取代了 AT 主板规格，成为较新计算机系统默认的主板规格。ATX 解决了以往 AT 规格中，令计算机组装人士烦恼的问题。

这一标准得到世界主要主板厂商支持，目前已经成为最广泛的工业标准；1997 年 2 月推出了 ATX2.01 版。现在主要流行的 PC 机使用的主板大多数都是 ATX、MicroATX、Mini ITX（简称 ITX）、UATX 板等。

- ATX 尺寸为 30.5cm×24.4cm；
- Mini ITX 尺寸为 17cm×17cm；

- MicroATX 尺寸为 24.5cm×24.5cm，正方形；
- UATX 尺寸为 24.5cm×18.5cm，长方形，UATX 板就是指 Ultra ATX 板，比 MicroATX 尺寸更加小。

如图 1-26 所示为 ATX 结构主板实物图。

图 1-26　ATX 结构主板实物图

1.2.4　BTX 结构主板

BTX 主板是英特尔提出的新型主板架构 Balanced Technology Extended 的简称，是 ATX 结构的替代者，这类似于前几年 ATX 取代 AT 和 Baby AT 一样。革命性的改变是新的 BTX 规格能够在不牺牲性能的前提下做到最小的体积。新架构对接口、总线、设备将有新的要求。重要的是目前所有杂乱无章、接线凌乱、充满噪声的 PC 机将很快过时。当然，新架构仍然提供某种程度的向后兼容，以便实现技术革命的顺利过渡。

BTX 具有如下特点：

- 支持 Low-profile，即窄板设计，系统结构将更加紧凑；
- 针对散热和气流的运动，对主板的线路布局进行了优化设计；
- 主板的安装将更加简便，机械性能也将经过最优化设计。

而且，BTX 提供了很好的兼容性。目前已经有数种 BTX 的派生版本推出，根据板形宽度的不同分为标准 BTX（325.12mm），microBTX（264.16mm）及 Low-profile 的 picoBTX（203.20mm），以及未来针对服务器的 Extended BTX。而且，目前流行的新总线和接口，如 PCI Express 和串行 ATA 等，也将在 BTX 架构主板中得到很好的支持。

新型 BTX 主板通过预装的 SRM（支持及保持模块）优化散热系统，特别是对 CPU 而言。另外，散热系统在 BTX 的术语中也被称为热模块。一般来说，该模块包括散热器和气流通道。目前已经开发的热模块有两种类型，即 full-size 及 low-profile。

得益于新技术的不断应用，将来的 BTX 主板还将完全取消传统的串口、并口、PS/2 等接口。

图 1-27 所示为 BTX 结构主板。

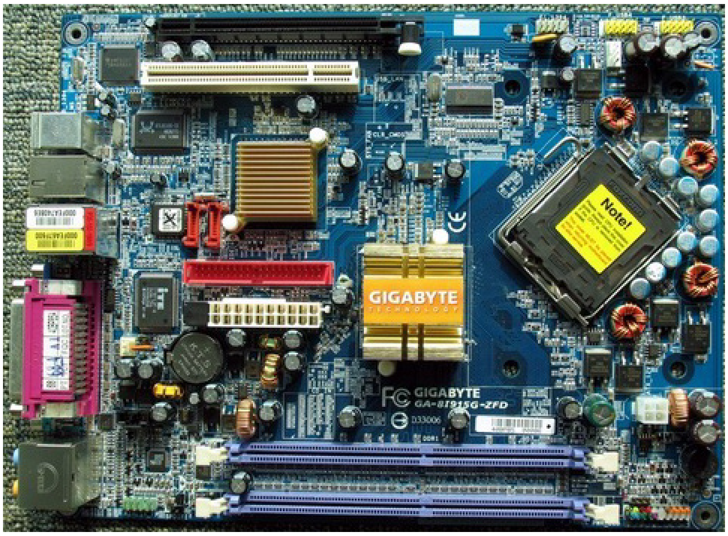


图 1-27　BTX 结构主板

1.3　主板的主要芯片

1.3.1　北桥芯片

一块电脑主板，靠近 CPU 插槽的一个起连接作用的芯片称为“北桥芯片”，英文名：North Bridge Chipset。北桥是个人电脑主板芯片组两枚大规模芯片中的一枚。

图 1-28 所示为北桥芯片，依次为：AMD 785G、AMD 970、AMD 990 和 Intel G41 芯片组。

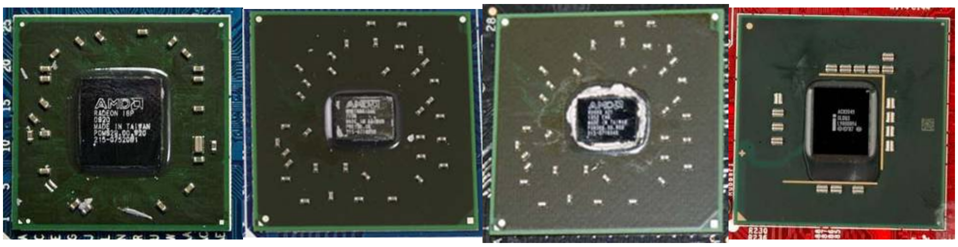


图 1-28　北桥芯片

北桥芯片是主板芯片组中起主导作用的最重要的组成部分，也称为主桥（HostBridge）。一般来说，芯片组的名称就是以北桥芯片的名称来命名的，例如英特尔 GM45 芯片组的北桥芯片是 G45。北桥被用来处理高速信号，通常处理 CPU（处理器），RAM（内存），AGP 端口或 PCI Express 和南桥芯片之间的通信。

北桥芯片（North Bridge）是主板芯片组中起主导作用的最重要的组成部分，也称为主桥（Host Bridge）。一般来说，芯片组的名称就是以北桥芯片的名称来命名的，例如英特

尔 845E 芯片组的北桥芯片是 82845E，875P 芯片组的北桥芯片是 82875P，等等。北桥芯片负责与 CPU 的联系并控制内存、AGP、PCI 数据在北桥内部传输，提供对 CPU 的类型和主频、系统的前端总线频率、内存的类型（SDRAM，DDR SDRAM 以及 RDRAM，等等）和最大容量、ISA/PCI/AGP 插槽、ECC 纠错等支持，整合型芯片组的北桥芯片还集成了显示核心。北桥芯片就是主板上离 CPU 最近的芯片，这主要是考虑到北桥芯片与处理器之间的通信最密切，为了提高通信性能而缩短传输距离。因为北桥芯片的数据处理量非常大，发热量也越来越大，所以现在的北桥芯片都覆盖着散热片用来加强北桥芯片的散热，有些主板的北桥芯片还会配合风扇进行散热。因为北桥芯片的主要功能是控制内存，而内存标准与处理器一样变化比较频繁，所以不同芯片组中北桥芯片是肯定不同的，当然这并不是说所采用的内存技术就完全不一样，而是不同的芯片组与北桥芯片之间肯定存在一些差别。

1.3.2　南桥芯片

南桥芯片（South Bridge）是主板芯片组的重要组成部分，一般位于主板上离 CPU 插槽较远的下方，PCI 插槽的附近，这种布局是考虑到它所连接的 I/O 总线较多，离处理器远一点有利于布线。相对于北桥芯片来说，其数据处理量并不算大，所以南桥芯片一般都没有覆盖散热片。南桥芯片不与处理器直接相连，而是通过一定的方式（不同厂商各种芯片组有所不同，例如英特尔的英特尔 Hub Architecture 以及 SIS 的 Multi-Threaded“妙渠”）与北桥芯片相连。

南桥芯片负责 I/O 总线之间的通信，如 PCI 总线、USB、LAN、ATA、SATA、音频控制器、键盘控制器、实时时钟控制器、高级电源管理等，这些技术一般相对来说比较稳定，所以不同芯片组中南桥芯片可能是一样的，不同的只是北桥芯片。

南桥芯片的发展方向主要是集成更多的功能，例如网卡、RAID、IEEE1394，甚至 WI-FI 无线网络，等等。南桥芯片更加容易实现信号线等长的布线原则。相对于北桥芯片来说，南桥芯片数据处理量并不算大，所以南桥芯片一般都不必采取主动散热，有时甚至连散热片都不需要。

不过，不同的南桥芯片在功能上会存在很大的差异，厂商会根据成本控制以及市场定位来选择搭配。事实上，南桥芯片的发展之路可谓十分崎岖。从 Pentium 时代的芯片组开始，南北桥设计架构的雏形初步建立，这也是主板功能大幅度集成化的开始阶段。然而随后的一场“一体化单芯片”潮流让南桥芯片几乎消失，好在最终证明融合南北桥的单芯片设计并非是控制成本的捷径，而且与强调南桥功能化的发展趋势格格不入。

不同的南桥芯片可以搭配不同的北桥芯片，虽然其中存在一定的对应关系，但是只要连接总线相符并且针脚兼容，主板厂商完全可以随意选择。最明显的例子莫过于 AMD-ATI 芯片组，其北桥芯片既可以搭配自家的南桥芯片，也可以使用 ULI 或者 VIA 的南桥芯片。此外，很多典型芯片组也可以使用不同的南桥芯片。譬如当年的 Intel 845E，既可以搭配 ICH2，也可以搭配 ICH4，即便是如今 P965 主板大量采用的 ICH8 南桥芯片，也存在不同版本的区别，从而表现出明显的功能差异。

图 1-29 所示为南桥芯片实物图，依次为 Intel ICH7、Intel ICH10、AMD SB810、AMD SB850、AMD SB950 和 Intel ICH9 芯片组。

图 1-29　南桥芯片实物图

1.3.3　BIOS 芯片

BIOS（Basic Input/Output System，基本输入输出系统）全称是 ROM－BIOS，是只读存储器基本输入/输出系统的简写，它实际是一组被固化到电脑中，为电脑提供最低级最直接的硬件控制的程序，它是连通软件程序和硬件设备之间的枢纽。通俗地说，BIOS 是硬件与软件程序之间的一个“转换器”，或者说是接口（虽然它本身也只是一个程序），负责解决硬件的即时要求，并按软件对硬件的操作要求具体执行。

图 1-30 所示为 BIOS 插座和 BIOS 芯片实物图。

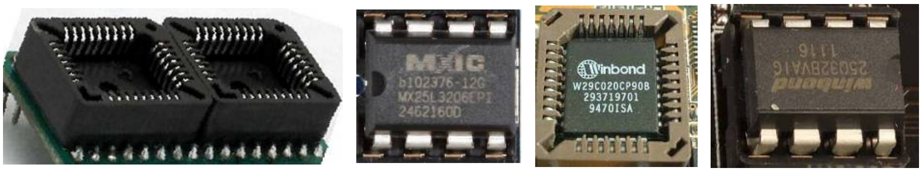


图 1-30　BIOS 插座和 BIOS 芯片实物图

BIOS 芯片是主板上一块长方形或正方形芯片，BIOS 中主要存放：

- 自诊断程序：通过读取 CMOS RAM 中的内容识别硬件配置，并对其进行自检和初始化。
- CMOS 设置程序：引导过程中，用特殊热键启动，进行设置后，存入 CMOS RAM 中。
- 系统自举装载程序：在自检成功后将磁盘相对 0 道 0 扇区上的引导程序装入内存，让其运行以装入 DOS 系统。
- 主要 I/O 设备的驱动程序和中断服务。

由于 BIOS 直接和系统硬件资源打交道，因此总是针对某一类型的硬件系统，而各种硬件系统又各有不同，所以存在各种不同种类的 BIOS，随着硬件技术的发展，同一种 BIOS 也先后出现了不同的版本，新版本的 BIOS 比起老版本来说，功能更强。

目前市场上主要的 BIOS 有 AMI BIOS 和 Award BIOS 以及 Phoenix BIOS，其中，Award 和 Phoenix 已经合并，二者的技术也互有融合。从功能上看，BIOS 分为三个部分：

- 自检及初始化程序；
- 硬件中断处理；
- 程序服务请求。

1. 自检及初始化

这部分负责启动电脑，具体有三个部分，第一个部分是用于电脑刚接通电源时对硬件部分的检测，也叫做加电自检（Power On Self Test，简称 POST），功能是检查电脑是否良好。通常完整的 POST 自检将包括对 CPU，640KB 基本内存，1MB 以上的扩展内存，ROM，主板，CMOS 存储器，串并口，显示卡，软硬盘子系统及键盘进行测试，一旦在自检中发现问题，系统将给出提示信息或鸣笛警告。自检中如发现有错误，将按两种情况处理：对于严重故障（致命性故障）则停机，此时由于各种初始化操作还没完成，不能给出任何提示或信号；对于非严重故障则给出提示或声音报警信号，等待用户处理。

第二个部分是初始化，包括创建中断向量、设置寄存器、对一些外部设备进行初始化和检测等。其中很重要的一部分是 BIOS 设置，主要是对硬件设置的一些参数，当电脑启动时会读取这些参数，并和实际硬件设置进行比较，如果不符合，会影响系统的启动。

最后一个部分是引导程序，功能是引导 DOS 或其他操作系统。BIOS 先从软盘或硬盘的开始扇区读取引导记录，如果没有找到，则会在显示器上显示没有引导设备，如果找到引导记录会把电脑的控制权转给引导记录，由引导记录把操作系统装入电脑，在电脑启动成功后，BIOS 的这部分任务就完成了。

2. 程序服务处理和硬件中断处理

这两部分是两个独立的内容，但在使用上密切相关。

程序服务处理程序主要是为应用程序和操作系统服务，这些服务主要与输入输出设备有关，例如读磁盘、文件输出到打印机等。为了完成这些操作，BIOS 必须直接与计算机的 I/O 设备打交道，它通过端口发出命令，向各种外部设备传送数据以及从它们那儿接收数据，使程序能够脱离具体的硬件操作，而硬件中断处理则分别处理 PC 机硬件的需求，因此这两部分分别为软件和硬件服务，组合到一起，使计算机系统正常运行。

BIOS 的服务功能是通过调用中断服务程序来实现的，这些服务分为很多组，每组有一个专门的中断。例如视频服务，中断号为 10H；屏幕打印，中断号为 05H；磁盘及串行口服务，中断 14H 等。每一组又根据具体功能细分为不同的服务号。应用程序需要使用哪些外设、进行什么操作只需要在程序中用相应的指令说明即可，无需直接控制。

CMOS 是互补金属氧化物半导体的缩写。其本意是指制造大规模集成电路芯片用的一种技术或用这种技术制造出来的芯片。在这里通常是指电脑主板上的一块可读写的 RAM 芯片。它存储了电脑系统的时钟信息和硬件配置信息等。系统在加电引导机器时，要读取 CMOS 信息，用来初始化机器各个部件的状态。它靠系统电源和后备电池来供电，系统掉

电后其信息不会丢失。

现在的 BIOS 芯片都采用了 Flash ROM，都能通过特定的写入程序实现 BIOS 的升级，生产 ROM 芯片的厂家很多，主要有 Winbond、Intel、ATMEL、SST、MXIC 等品牌。采用 DIP8 封装。

1.3.4　I/O 芯片

I/O 芯片也叫 SIO（超级输入输出芯片），一般位于主板左下方或者左上方。它为主板上的标准 I/O 接口提供控制处理功能。它集成了 PS/2 键盘、PS/2 鼠标、串口 COM、并口 LPT 接口等处理功能，而这些接口都是计算机中的慢速 I/O 设备。它们全部位于主板后部右边。它的主要功能包括负责处理从键盘、鼠标、串行接口等设备传输来的串行数据，将它们转换成为并行数据，同时也负责并行接口、软驱接口数据的传输与处理。有些 I/O 芯片集成了电源管理和监控功能，芯片一般采用 QFP-128 封装。

主要的芯片生产厂家有 Winbond（华邦）、ITE（联阳）、SMSC（史思希）、Fintek 四家公司，其中 SMSC 主要用于原装机。

ITE 芯片主要有 IT8712、IT8702、IT8705、IT8716、IT8718、IT8705、IT8718、IT8720、IT8728 等。

如图 1-31 所示为 IT8728F 和 IT8712F 型芯片实物图。

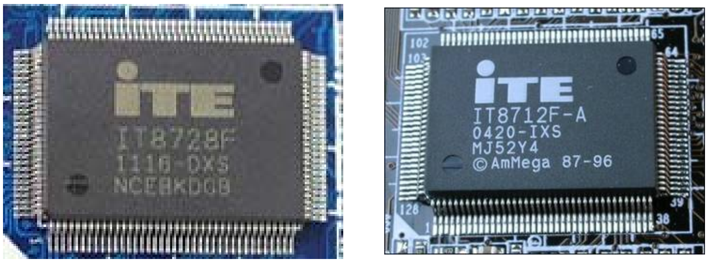


图 1-31　IT8728F 和 IT8712F 型芯片实物图

Winbond 芯片主要有 W83627、W83697、W83977 等。

如图 1-32 所示为 Winbond 的 I/O 型芯片实物图，依次为 W83627THF、W83697HF 和 W83627EHF 型芯片。

图 1-32　Winbond I/O 型芯片实物图

SMSC 芯片主要有 SMSC LPC47BXXX、SMSC LPC47MXXX 等。

如图 1-33 所示为 SMSC I/O 型芯片实物图。

图 1-33　SMSC I/O 型芯片实物图

Fintek 芯片主要有 F81866、F81889 等。

1.3.5　时钟芯片

时钟芯片与 14.318 晶振连接在一起，是主板上所有设备的时钟信号产生源。时钟芯片给主板所有设备提供频率（以时钟晶振的频率为基础，进行频率的叠加和分频，提供给主板的其他设备，PCI、AGP、内存、CPU）。时钟芯片受南桥控制，常见型号为 ICSXXX，时钟芯片和时钟晶振连在一起。

如图 1-34 所示为时钟芯片实物图。

图 1-34　时钟芯片实物图

1.3.6　声卡芯片

集成声卡是指芯片组支持整合的声卡类型，比较常见的是 AC'97 和 HD Audio。集成声卡芯片实物图如图 1-35 所示。

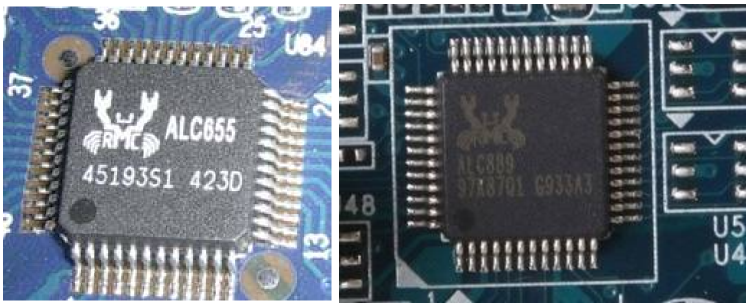


图 1-35　声卡芯片实物图

板载 ALC 声卡芯片：板载声卡一般有软声卡和硬声卡之分。这里的软硬之分，指的是板载声卡是否具有声卡主处理芯片之分，一般软声卡没有主处理芯片，只有一个解码芯片，通过 CPU 的运算来代替声卡主处理芯片的作用。而板载硬声卡带有主处理芯片，很多音效处理工作就不再需要 CPU 参与了。

1. AC'97

AC'97 的全称是 Audio CODEC'97，这是一个由英特尔、雅玛哈等多家厂商联合研发并制定的一个音频电路系统标准。它并不是一个实实在在的声卡种类，只是一个标准。

常见的 AC'97 芯片有 ALC100、ALC101、ALC200、ALC201、ALC201A、ALC202、ALC202A、ALC650、ALC655、ALC658、ALC850 等。

2. HD Audio

HD Audio 是 High Definition Audio（高保真音频）的缩写，原称 Azalia，是 Intel 与杜比（Dolby）公司合力推出的新一代音频规范。目前主要的芯片组都采用的是 HD Audio 音效芯片。

HD Audio 有一个非常人性化的设计，HD Audio 支持设备感知和接口定义功能，即所有输入输出接口可以自动感应设备接入并给出提示，而且每个接口的功能可以随意设定。该功能不仅能自行判断哪个端口有设备插入，还能为接口定义功能。

常见的 Realtek HDAudio 芯片有 ALC861、ALC880、ALC882、ALC883、ALC885、ALC887、ALC888、ALC889、ALC890、ALC260、ALC262、ALC268、ALC272、ALC273、ALC662、ALC663、ALC665 等。

1.3.7 网卡芯片

集成网卡（Integrated LAN），把网卡集成到主板上的做法，主板不可缺少的一部分，有 10MB/100MB、DUAL 网卡、千兆位网卡及无线网卡等类型。网卡芯片是用来处理网络数据的芯片，一般位于音频接口或 USB 接口附近。网卡芯片实物图如图 1-36 所示。

图 1-36 网卡芯片实物图

常见的集成网卡芯片厂家有 REALTEK、MARVELL、INTEL、BROADCOM、VIA、3COM 等。

1.3.8　串口管理芯片

串口芯片负责控制主板上的串行接口（COM 口）。串口芯片有 20 脚和 48 脚两种，一般位于主板串口附近，如图 1-37 所示为串口管理芯片实物图。

图 1-37　串口管理芯片实物图

常见型号有 GD75232、GD75185、HT6571、IT8687R，前三种为 20 针，一个芯片负责管理一个串口；IT8687R 为 48 针，一个芯片同时管理二个串口。

1.3.9　电源管理芯片

电源管理芯片又称电源集成电路，又叫脉宽调制芯片（PWM），主板用的叫可编程脉宽调制芯片，主要负责识别 CPU 供电幅值，产生相应的短矩形波，推动后级电路进行功率输出。一般位于 CPU 插座附近，可看型号识别。如图 1-38 所示为电源管理芯片实物图。

图 1-38　电源管理芯片实物图

常见的电源管理芯片厂家有 Intersil、ST（意法电子）、RichTek（立锜）等。

1.4　主板插槽和接口

电脑主板采用插槽和接口来连接各种各样的功能卡和外围设备，这种结构有以下的优点。

- 扩展插槽和接口可以接入相应的功能卡和设备、扩展电脑的功能。如视频采集卡、

网卡、打印机等。

- 便于用户的升级，内存太小可以添加内存来提高，更换显卡以提高显示性能，CPU主频低了可以更换 CPU。
- 检修和维护方便，具有一定的电子知识和电脑使用常识，就可以进行电脑的板卡级维修。

1.4.1 内存插槽

内存插槽是指主板上用来插内存条的插槽。主板所支持的内存种类和容量都是由内存插槽来决定的。

内存插槽分为 SIMM、DIMM 和 RIMM 三种类型。

1. SIMM

（Single Inline Memory Module，单内联内存模块）如图 1-39 所示为 168 针 SIMM 内存插槽

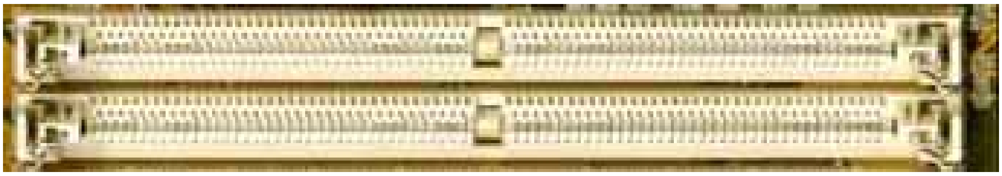


图 1-39 168 针 SIMM 内存插槽

内存条通过金手指与主板连接，内存条正反两面都带有金手指。金手指可以在两面提供不同的信号，也可以提供相同的信号。SIMM 就是一种两侧金手指都提供相同信号的内存结构，它多用于早期的 FPM 和 EDD DRAM，最初一次只能传输 8bit 数据，后来逐渐发展出 16bit、32bit 的 SIMM 模组，其中 8bit 和 16bitSIMM 使用 30 脚接口，32bit 的则使用 72 脚接口。在内存发展进入 SDRAM 时代后，SIMM 逐渐被 DIMM 技术取代。

2. DIMM

DIMM 与 SIMM 相当类似，不同的只是 DIMM 的金手指两端不像 SIMM 那样是互通的，它们各自独立传输信号，因此可以满足更多数据信号的传送需要。同样采用 DIMM，SDRAM 的接口与 DDR 内存的接口也略有不同，SDRAM DIMM 为 168 脚 DIMM 结构，金手指每面为 84 脚，金手指上有两个卡口，用来避免插入插槽时，错误将内存反向插入而导致烧毁；DDR DIMM 则采用 184 脚 DIMM 结构，金手指每面有 92 脚，金手指上只有一个卡口。卡口数量的不同，是二者最为明显的区别。DDR2 DIMM 为 240 脚 DIMM 结构，金手指每面有 120 脚，与 DDR DIMM 一样金手指上也只有一个卡口，但是卡口的位置与 DDR DIMM 稍微有一些不同，因此 DDR 内存是插不进 DDR2 DIMM 的，同理 DDR2 内存也是插不进 DDR DIMM 的，因此在一些同时具有 DDR DIMM 和 DDR2 DIMM 的主板上，不会出现将内存插错插槽的问题。

如图 1-40～图 1-42 所示分别为 184 针的 DDR-DIMM 内存插槽、240 针的 DDR2-DIMM 内存插槽和 240 针的 DDR3-DIMM 内存插槽。

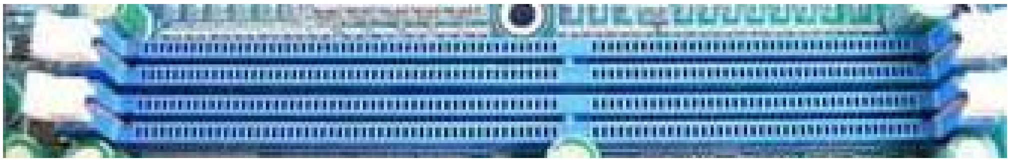


图 1-40　DDR 内存插槽

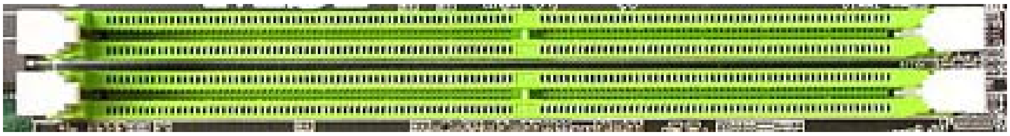


图 1-41　DDR2 内存插槽

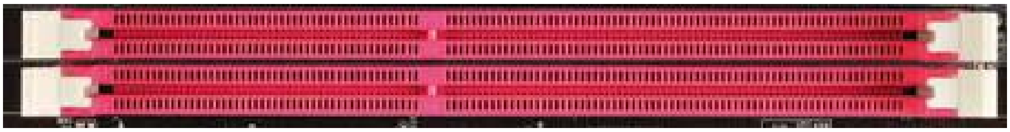


图 1-42　DDR3 内存插槽

表 1-1 和表 1-2 所示为 DDR2 和 DDR3 内存的引脚定义。

表 1-1　DDR2 内存引脚定义

引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称
1	VREF	23	VSS	45	DQS8#	66	VSS
2	VSS	24	DQ16	46	DQS8	67	VDD
3	DQ0	25	DQ17	47	VSS	68	PAR_IN
4	DQ1	26	VSS	48	CB2	69	VDD
5	VSS	27	DQS2#	49	CB3	70	A10/AP
6	DQS0#	28	DQS2	50	VSS	71	BA0
7	DQS0	29	VSS	51	VDDQ	72	VDDQ
8	VSS	30	DQ18	52	CKE0	73	WE#
9	DQ2	31	DQ19	53	VDD	74	CAS#
10	DQ3	32	VSS	54	NC/BA2	75	VDDQ
11	VSS	33	DQ24	55	ERR_OUT	76	S1#
12	DQ8	34	DQ25	56	VDDQ	77	0DT1
13	DQ9	35	VSS	57	A11	78	VDDQ
14	VSS	36	DQS3#	58	A7	79	VSS
15	DQS1#	37	DQS3	59	VDD	80	DQ32
16	DQS1	38	VSS	60	A5	81	DQ33
17	VSS	39	DQ26	61	A4	82	VSS
18	RESET#	40	DQ27	62	VDDQ	83	DQS4#
19	NC	41	VSS	63	A2	84	DQS4
20	VSS	42	CB0	64	VDD	85	VSS
21	DQ10	43	CB1	KEY	KEY	86	DQ34
22	DQ11	44	VSS	65	VSS	87	DQ35

（续表）

引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称
88	VSS	127	VSS	166	VSS	203	NC/DQS13#
89	DQ40	128	DQ6	167	CB6	204	VSS
90	DQ41	129	DQ7	168	CB7	205	DQ38
91	VSS	130	VSS	169	VSS	206	DQ39
92	DQS5#	131	DQ12	170	VDDQ	207	VSS
93	DQS5	132	DQ13	171	CKE1	208	DQ44
94	VSS	133	VSS	172	VDD	209	DQ45
95	DQ42	134	DM1/DQS10	173	NC	210	VSS
96	DQ43	135	NC/DQS10#	174	NC	211	DM5/DQS14
97	VSS	136	VSS	175	VDDQ	212	NC/DQS14#
98	DQ48	137	RFU	176	A12	213	VSS
99	DQ49	138	RFU	177	A9	214	DQ46
100	VSS	139	VSS	178	VDD	215	DQ47
101	SA2	140	DQ14	179	A8	216	VSS
102	NC	141	DQ15	180	A6	217	DQ52
103	VSS	142	VSS	181	VDDQ	218	DQ53
104	DQS6#	143	DQ20	182	A3	219	VSS
105	DQS6	144	DQ21	183	A1	220	RFU
106	VSS	145	VSS	184	VDD	221	RFU
107	DQ50	146	DM2/DQS11	KEY	KEY	222	VSS
108	DQ51	147	NC/DQS11#	185	CK0	223	DM6/DQS15
109	VSS	148	VSS	186	CK0#	224	NC/DQS15#
110	DQ56	149	DQ22	187	VDD	225	VSS
111	DQ57	150	DQ23	188	A0	226	DQ54
112	VSS	151	VSS	189	VDD	227	DQ55
113	DQS7#	152	DQ28	190	BA1	228	VSS
114	DQS7	153	DQ29	191	VDDQ	229	DQ60
115	VSS	154	VSS	192	RAS#	230	DQ61
116	DQ58	155	DM3/DQS12	193	S0#	231	VSS
117	DQ59	156	NC/DQS12#	194	VDDQ	232	DM7/DQS16
118	VSS	157	VSS	195	ODT0	233	NC/DQS16#
119	SDA	158	DQ30	196	NC/A13	234	VSS
120	SCL	159	DQ31	197	VDD	235	DQ62
121	VSS	160	VSS	198	VSS	236	DQ63
122	DQ4	161	CB4	199	DQ36	237	VSS
123	DQ5	162	CB5	200	DQ37	238	VDDSPD
124	VSS	163	VSS	201	VSS	239	SA0
125	DM0/DQS9	164	DM8/DQS17	202	DM4/DQS13	240	SA1
126	NC/DQS9#	165	NC/DQS17#				

DDR2 共有 240 个针脚，其中的关键测试点主要有：

时钟信号测试点：DDR2 共有 6 个时钟信号测试点，引脚分别为 137、138、185、186、220、221。

电源信号测试点：DDR2 共有两种电源信号测试点，分为 1.8 V 和 3.3 V，其中为 1.8 V 供电的分别是 51、53、56、59、62、64、67、69、72、75、78、170、172、175、178、181、184、187、189、191、194、197，238 脚为 3.3 V 或 1.8 V 电压。

VREF：参考电压，引脚为 1，电压为 DDR2 内存供电电压的 1/2，0.9 V。

SMBCLK、SMBDATA：系统管理总线时钟、数据信号，引脚为 120、119。

CKE：时钟允许信号，针脚为 52、171。

RAS#、CAS#：行列地址选通信号，针脚为 192、74。

DQ0～DQ63:64 为数据线。

A0～A15：地址线。

表 1-2　DDR3 内存引脚定义

引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称	引 脚 号	名　称
1	VREFDQ	35	VSS	68	NC	102	DQS6#
2	VSS	36	DQ26	69	VDD	103	DQS6
3	DQ0	37	DQ27	70	A10/AP	104	VSS
4	DQ1	38	VSS	71	BA0	105	DQ50
5	VSS	39	NC	72	VDD	106	DQ51
6	DQS0#	40	NC	73	WE#	107	VSS
7	DQS0	41	VSS	74	CAS#	108	DQ56
8	VSS	42	NC	75	VDD	109	DQ57
9	DQ2	43	NC	76	S1#	110	VSS
10	DQ3	44	VSS	77	ODT	111	DQS7#
11	VSS	45	NC	78	VDD	112	DQS7
12	DQ8	46	NC	79	NC	113	VSS
13	DQ9	47	VSS	80	VSS	114	DQ58
14	VSS	48	VTT	81	DQ32	115	DQ59
15	DQS1#	KEY	KEY	82	DQ33	116	VSS
16	DQS1	49	VTT	83	VSS	117	SA0
17	VSS	50	CKE0	84	DQS4#	118	SCL
18	DQ10	51	VDD	85	DQS4	119	SA2
19	DQ11	52	BA2	86	VSS	120	VTT
20	VSS	53	NC	87	DQ34	121	VSS
21	DQ16	54	VDD	88	DQ35	122	DQ4
22	DQ17	55	A11	89	VSS	123	DQ5
23	VSS	56	A7	90	DQ40	124	VSS
24	DQS2#	57	VDD	91	DQ41	125	DM0
25	DQS2	58	A5	92	VSS	126	NC
26	VSS	59	A4	93	DQS5#	127	VSS
27	DQ18	60	VDD	94	DQS5	128	DQ6
28	DQ19	61	A2	95	VSS	129	DQ7
29	VSS	62	VDD	96	DQ42	130	VSS
30	DQ24	63	CK1	97	DQ43	131	DQ12
31	DQ25	64	CK1#	98	VSS	132	DQ13
32	VSS	65	VDD	99	DQ48	133	VSS
33	DQS3#	66	VDD	100	DQ49	134	DM1
34	DQS3	67	VREFCA	101	VSS	135	NC

（续表）

引脚号	名　称	引脚号	名　称	引脚号	名　称	引脚号	名　称
136	VSS	163	VSS	189	VDD	215	DQ46
137	DQ14	164	NC	190	BA1	216	DQ47
138	DQ15	165	NC	191	VDD	217	VSS
139	VSS	166	VSS	192	RAS#	218	DQ52
140	DQ20	167	NC	193	S0#	219	DQ53
141	DQ21	168	Reset#	194	VDD	220	VSS
142	VSS	KEY	KEY	195	ODT0	221	DM6
143	DM2	169	CKE1	196	A13	222	NC
144	NC	170	VDD	197	VDD	223	VSS
145	VSS	171	NC	198	NC	224	DQ54
146	DQ22	172	NC	199	VSS	225	DQ55
147	DQ23	173	VDD	200	DQ36	226	VSS
148	VSS	174	A12/BC#	201	DQ37	227	DQ60
149	DQ28	175	A9	202	VSS	228	DQ61
150	DQ29	176	VDD	203	DM4	229	VSS
151	VSS	177	A8	204	NC	230	DM7
152	DM3	178	A6	205	VSS	231	NC
153	NC	179	VDD	206	DQ38	232	VSS
154	VSS	180	A3	207	DQ39	233	DQ62
155	DQ30	181	A1	208	VSS	234	DQ63
156	DQ31	182	VDD	209	DQ44	235	VSS
157	VSS	183	VDD	210	DQ45	236	VDDSPD
158	NC	184	CK0	211	VSS	237	SA1
159	NC	185	CK0#	212	DM5	238	SDA
160	VSS	186	VDD	213	NC	239	VSS
161	NC	187	NC	214	VSS	240	VTT
162	NC	188	A0				

DDR3 共有 240 个针脚，其中的关键测试点主要有：

时钟信号测试点：DDR3 时钟信号测试点，引脚分别为：63、64、184、185。

电源信号测试点：DDR3 共有两种电源信号测试点，分为 1.5 V 和 3.3 V，其中为 1.5 V 供电的分别是 51、54、57、60、62、65、66、69、72、75、78、170、173、176、179、182、183、186、189、191、194、197。236 脚为 3.3 V 电压。

VTT：参考电压，引脚为 120、240，电压为 DDR3 内存供电电压的 1/2，0.8 V。

SMBCLK、SMBDATA：系统管理总线时钟、数据信号，引脚为 118、238。

CKE：时钟允许信号，针脚为：50、69。

RAS#、CAS#：行列地址选通信号，针脚为 192、74。

DQ0～DQ63:64 为数据线。

A0～A15：地址线。

3. RIMM

RIMM 是 Rambus 公司生产的 RDRAM 内存所采用的接口类型，RIMM 内存与 DIMM 的外形尺寸差不多，金手指同样也是双面的。RIMM 有也 184 脚，在金手指的中间部分有

两个靠得很近的卡口。RIMM 非 ECC 版有 16 位数据宽度，ECC 版则都是 18 位宽。由于 RDRAM 内存较高的价格，此类内存在 DIY 市场很少见到，RIMM 接口也就难得一见了。如图 1-43 所示为 RIMM 内存插槽实物图。

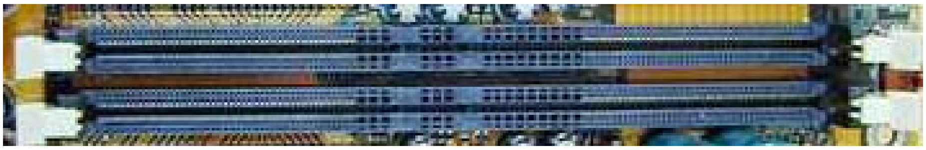


图 1-43　RIMM 内存插槽实物图

1.4.2　PCI 插槽

PCI 插槽是基于 PCI 局部总线（Peripheral Component Interconnection，周边元件扩展接口）的扩展插槽，其颜色一般为乳白色，位于主板上 PCI-E*16 插槽的下方。其位宽为 32 位或 64 位，工作频率为 33 MHz，最大数据传输率为 133MB/sec（32 位）和 266MB/sec（64 位）。可插接显卡、声卡、网卡、内置 Modem、内置 ADSL Modem、USB2.0 卡、IEEE1394 卡、IDE 接口卡、RAID 卡、电视卡、视频采集卡以及其他种类繁多的扩展卡。PCI 插槽是主板的主要扩展插槽，通过插接不同的扩展卡可以获得电脑能实现的几乎所有功能，是名副其实的“万用”扩展插槽。如图 1-44 所示为 PCI 插槽实物图。图 1-45 所示为 PCI 插槽底视图。

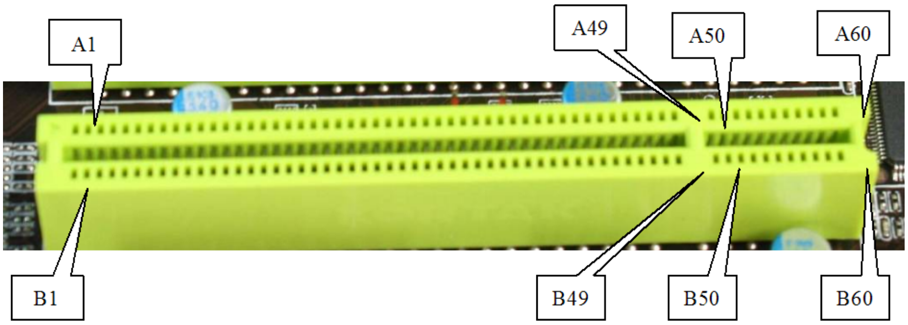


图 1-44　PCI 插槽实物图

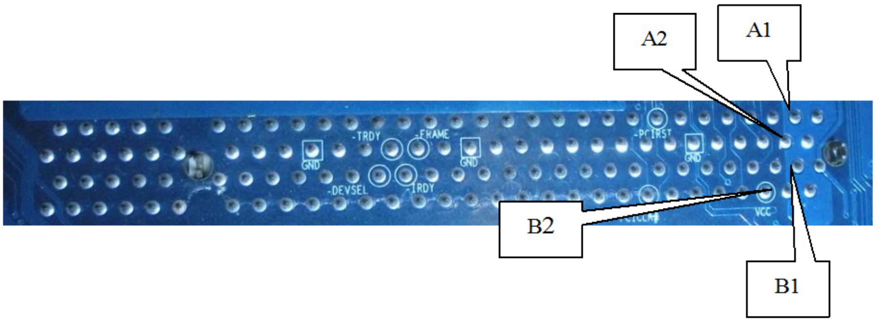


图 1-45　PCI 插槽底视图

表 1-3 所示为 PCI 插槽引脚定义。

表 1-3　PCI 插槽引脚定义

引 脚 号	信号名称	引 脚 号	信号名称
B1	-12 V	A1	#TRST
B2	TCK	A2	+12 V
B3	GND	A3	TMS
B4	TDO	A4	TDI
B5	+5 V	A5	+5 V
B6	+5 V	A6	#INTA
B7	#INTB	A7	#INTC
B8	#INTD	A8	+5 V
B9	#PRSNT1	A9	NA
B10	NA	A10	+5 V I/O
B11	#PRSNT2	A11	NA
B12	GND	A12	GND
B13	GND	A13	GND
B14	NA	A14	NA
B15	GND	A15	#RST
B16	CLK	A16	+5 V I/O
B17	GND	A17	#GNT
B18	#REQ	A18	GND
B19	+5 V I/O	A19	NA
B20	AD31	A20	AD30
B21	AD29	A21	+3.3 V
B22	GND	A22	AD28
B23	AD27	A23	AD26
B24	AD25	A24	GND
B25	+3.3 V	A25	AD24
B26	C/#BE3	A26	IDSEL
B27	AD23	A27	+3.3 V
B28	GND	A28	AD22
B29	AD21	A29	AD20
B30	AD19	A30	GND
B31	+3.3 V	A31	AD18
B32	AD17	A32	AD16
B33	C/#BE2	A33	+3.3 V
B34	GND	A34	#FRAME
B35	#IRDY	A35	GND
B36	+3.3 V	A36	#TRDY
B37	#DEVSEL	A37	GND
B38	GND	A38	#STOP
B39	#LOCK	A39	+3.3 V
B40	#PERR	A40	SDONE
B41	+3.3 V	A41	#SBO
B42	#SERR	A42	GND
B43	+3.3 V	A43	PAR
B44	C/#BE1	A44	AD15

（续表）

引 脚 号	信号名称	引 脚 号	信号名称
B45	AD14	A45	+3.3 V
B46	GND	A46	AD13
B47	AD12	A47	AD11
B48	AD10	A48	GND
B49	GND	A49	AD9
	KEY		KEY
B50	AD8	A50	C/#BE0
B51	AD7	A51	+3.3 V
B52	+3.3 V	A52	AD6
B53	AD5	A53	AD4
B54	AD3	A54	GND
B55	GND	A55	AD2
B56	AD1	A56	AD0
B57	+5 V I/O	A57	+5 V I/O
B58	#ACK64	A58	#REQ64
B59	+5 V	A59	+5 V
B60	+5 V	A60	+5 V

PCI 信号定义说明如下。

（1） AD[31:0]（PCI ADDRESS / DATA BUS）：地址与数据总线信号，在 FRAME# 启动后地址才有效，在 PCLK 第一个 CLOCK 动作初始化时，FRAME#动作后，输出为地址与数据，写入周期，输入为数据，读取周期 TRDY#与 IRDY#会动作，高阻抗时，为数据转换周期或 RESET#动作。

（2） C/BE[3:0]#（PCI COMMAND /BYTE ENABLES）：FRAME#启动后，CLOCK 第一个 CLOCK，周期为 PCI 命令，再下一个周期为允许命令，命令在 FRAME#后有效，数据在 TRDY#与 IRDY#后有效。

（3） DEVSEL#（PCI DEVSEL SELECT）：确定外部外围联结之响应信号，高阻抗时为停止周期或 RESET#动作。

（4） FRAME#（PCI CYCLE FRAME）PCI 总线起始信号。

（5） GNT[4:0]#（PCI BUS GRANT）PCI 总线控制认可信号。

（6） IRDY#（INITIATOR READY）数据读取写入信号。

（7） LOCK#（PCI BUS LOCK）总线锁住信号。

（8） PAR（PCI BUS PARITY）地址与位传送之同位检错信号。

（9） PCLK（PCI CLOCK）PCI 时脉信号。

（10） PGNT#（PCI GRANT TO PERIPHERAL BUS CONTROLLER）PCI 总线对外部外围装置之需求同意认可信号。

（11） PERQ#（PCI REQUEST FROM PERIPHERAL BUS CONTROLLER）外围处理器对 PCI 总线要求信号。

（12） REQ[4:0]#（PCI BUS REQUEST）PCI 总线需求信号。

（13） RESET#（RESET）系统重置信号。

（14） SERR#（SYSTEM ERROR）系统错误侦测信号可产生 NMI 不可屏蔽中断。

（15） STOP#（PCI BUS STOP）PCI 总线放弃或重试数据传送之信号。

（16） TRDY#（TARGET READY）PCI 总线数据读取传送信号。

1.4.3 PS/2 接口

PS/2 是在较早的电脑上常见的接口之一，用于鼠标、键盘等设备。一般情况下，PS/2 接口的鼠标为绿色，键盘为紫色。PS/2 原是“Personal System 2”的意思，“个人系统 2”，是 IBM 公司在 20 世纪 80 年代推出的一种个人电脑。以前完全开放的 PC 标准让 IBM 觉得利益受了损失。所以 IBM 设计了 PS/2 这种电脑，目的是重新定义 PC 标准，不再采用开放标准的方式。在这种电脑上 IBM 使用了新型 MCA 总线，新的 OS/2 操作系统。PS/2 电脑上使用的键盘鼠标接口就是现在的 PS/2 接口。因为标准不开放，PS/2 电脑在市场中失败了。只有 PS/2 接口一直沿用到今天。

PS/2 接口是输入装置接口，而不是传输接口。所以 PS/2 口根本没有传输速率的概念，只有扫描速率。在 Windows 环境下，PS/2 鼠标的采样率默认为 60 次/秒，USB 鼠标的采样率为 120 次/秒。较高的采样率理论上可以提高鼠标的移动精度。

PS/2 接口设备不支持热插拔，强行带电插拔有可能烧毁主板。

PS/2 可以与 USB 接口互转，即 PS/2 接口设备可以转成 USB，USB 接口设备也可以转成 PS/2。

早期，在 PS/2 键盘中，包含了一个嵌入式的微控制器（如 InDl，8048 系列），以用来执行各项的工作并减少整个系统工作中的负担。微控制器所要做的工作就是监测所有的按键，以及当按键被按下或放开时，就回报给主机。如图 1-46 所示为 PS/2 接口。

图 1-46 PS/2 接口

1.4.4 USB 接口

通用串行总线（英文：Universal Serial Bus，简称 USB）是连接外部装置的一个串口汇流排标准，在计算机上使用广泛，但也可以用在机顶盒和游戏机上，补充标准 On-The-Go（OTG），使其能够用于在便携装置之间直接交换资料。

USB 是一个外部总线标准，用于规范电脑与外部设备的连接和通信。USB 接口支持设备的即插即用和热插拔功能。USB 接口可用于连接多达 127 种外设，如鼠标、调制解调器和键盘等。USB 是在 1994 年底由英特尔、康柏、IBM、Microsoft 等多家公司联合提出的，自 1996 年推出后，已成功替代串口和并口，并成为当今个人电脑和大量智能设备的必配接

口之一。从 1994 年 11 月 11 日发表了 USB V0.7 版本以后，USB 版本经历了多年的发展，到如今已经发展为 3.0 版本。

1. USB2.0

USB2.0 规范是由 USB1.1 规范演变而来的。它的传输速率达到了 480Mbps，折算为 60Mb/s，足以满足大多数外设的速率要求。USB 2.0 中的“增强主机控制器接口”（EHCI）定义了一个与 USB 1.1 相兼容的架构。它可以用 USB 2.0 的驱动程序驱动 USB 1.1 设备。也就是说，所有支持 USB 1.1 的设备都可以直接在 USB 2.0 的接口上使用而不必担心兼容性问题，而且像 USB 线、插头等等附件也都可以直接使用。

如图 1-47 所示为 USB2.0 接口实物图。

2. USB 3.0

由 Intel、微软、惠普、德州仪器、NEC、ST-NXP 等业界巨头组成的 USB 3.0Promoter Group 宣布，该组织负责制定的新一代 USB 3.0 标准已经正式完成并公开发布。USB 3.0 的理论速度为 5.0Gb/s，其实只能达到理论值的 5 成，那也是接近于 USB 2.0 的 10 倍了。USB3.0 的物理层采用 8b/10b 编码方式，这样算下来的理论速度也就 4Gb/s，实际速度还要扣除协议开销，在 4Gb/s 基础上要再少点。可广泛用于 PC 外围设备和消费电子产品。

如图 1-48 所示为 USB3.0 接口实物图。

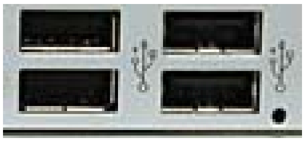


图 1-47 USB2.0 接口实物图

图 1-48 USB3.0 接口实物图

USB 3.0 在实际设备应用中将被称为“USB SuperSpeed”，顺应此前的 USB 1.1 FullSpeed 和 USB 2.0 HighSpeed。

为了对 USB2.0 进行区分，USB3.0 的接口插槽颜色为蓝色。

3. 主要优点

USB 设备之所以会被大量应用，主要是因为它具有以下优点：

- 可以热插拔。这就让用户在使用外接设备时，不需要重复“关机将并口或串口电缆接上再开机”这样的动作，而是直接在电脑工作时，就可以将 USB 电缆插上使用。
- 携带方便。USB 设备大多以“小、轻、薄”见长，对用户来说，同样 20GB 的硬盘，USB 硬盘比 IDE 硬盘要轻一半的重量，在想要随身携带大量数据时，当然 USB 硬盘会是首要之选了。
- 标准统一。大家常见的是 IDE 接口的硬盘，串口的鼠标键盘，并口的打印机扫描仪，可是有了 USB 之后，这些应用外设统统可以用同样的标准与个人电脑连接，这时就有了 USB 硬盘、USB 鼠标、USB 打印机，等等。

- 可以连接多个设备。USB 在个人电脑上往往具有多个接口，可以同时连接几个设备，如果接上一个有四个端口的 USB HUB 时，就可以再连上；四个 USB 设备，以此类推，尽可以连下去，将你家的设备都同时连在一台个人电脑上而不会有任何问题（注：最高可连接至 127 个设备）。

1.4.5　LPT 接口（并口）

此接口一般用来连接打印机或扫描仪。其默认的中断号是 IRQ7，采用 25 脚的 DB-25 接头。并口的工作模式主要有以下 3 种：

① SPP 标准工作模式，SPP 数据是半双工单向传输，传输速率较慢，仅为 15Kb/s，但应用较为广泛，一般设为默认的工作模式。

② EPP 增强型工作模式，EPP 采用双向半双工数据传输，其传输速度比 SPP 高很多，可达 2Mb/s，目前已有不少外设使用此工作模式。

③ ECP 扩充型工作模式，ECP 采用双向全双工数据传输，传输速率比 EPP 还要高一些，但支持的设备不是很多。如图 1-49 所示为 LPT 接口实物图。

图 1-49　LPT 接口实物图

LPT 端口为打印机专用端口。LPT 并口是一种增强了的双向并行传输接口，在 USB 接口出现以前是扫描仪，打印机最常用的接口。最高传输速度为 1.5Mbps，设备容易安装及使用，但是速度比较慢。

现在来说：打印机采用 USB 接口的最多，因为 USB 接口的传输速度比 LPT 快很多。

1.4.6　SATA 接口

SATA 全称是 Serial Advanced Technology Attachment（串行高级技术附件，一种基于行业标准的串行硬件驱动器接口），是由 Intel、IBM、Dell、APT、Maxtor 和 Seagate 公司共同提出的硬盘接口规范。2001 年，由 Intel、APT、Dell、IBM、希捷、迈拓这几大厂商组成的 Serial ATA 委员会正式确立了 Serial ATA 1.0 规范。如图 1-50 所示为 SATA 接口实物图。

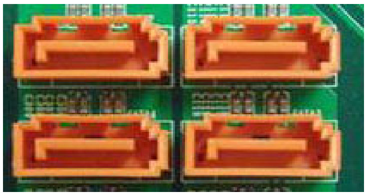


图 1-50　SATA 接口实物图

1. SATA 的优势

支持热插拔，传输速度快，执行效率高使用 SATA（Serial ATA）接口的硬盘又叫串口硬盘，是未来 PC 机硬盘的趋势。Serial ATA 采用串行连接方式，串行 ATA 总线使用嵌入式时钟信号，具备了更强的纠错能力，与以往相比其最大的区别在于能对传输指令（不仅仅是数据）进行检查，如果发现错误会自动矫正，这在很大程度上提高了数据传输的可靠性。串行接口还具有结构简单、支持热插拔的优点。

串口硬盘是一种完全不同于并行 ATA 的新型硬盘接口类型，由于采用串行方式传输数据而知名。相对于并行 ATA 来说，就具有很多的优势。首先，Serial ATA 以连续串行的方式传送数据，一次只会传送 1 位数据。这样能减少 SATA 接口的针脚数目，使连接电缆数目变少，效率也会更高。实际上，Serial ATA 仅用四支针脚就能完成所有的工作，分别用于连接电源、连接地线、发送数据和接收数据，同时这样的架构还能降低系统能耗和减小系统复杂性。其次，Serial ATA 的起点更高、发展潜力更大，Serial ATA 1.0 定义的数据传输率可达 150Mb/s，这比最快的并行 ATA（即 ATA/133）所能达到 133Mb/s 的最高数据传输率还高，而在 Serial ATA 2.0 的数据传输率达到 300Mb/s，最终 SATA 将实现 600Mb/s 的最高数据传输率。

SATA 的物理设计，可说是以 Fibre Channel（光纤通道）作为蓝本，所以采用四芯接线；需求的电压则大幅度降低至 250mV（最高 500mV），较传统并行 ATA 接口的 5 V 少上 20 倍！因此，厂商可以给 Serial ATA 硬盘附加上高级的硬盘功能，如热插拔（Hot Swapping）等。更重要的是，在连接形式上，除了传统的点对点（Point-to-Point）形式外，SATA 还支持“星形”连接，这样就可以给 RAID 这样的高级应用提供设计上的便利；在实际的使用中，SATA 的主机总线适配器（HBA，Host Bus Adapter）就好像网络上的交换机一样，可以实现以通道的形式和单独的每个硬盘通信，即每个 SATA 硬盘都独占一个传输通道，所以不存在像并行 ATA 那样的主/从控制问题。

2. SATA2.0

SATA2.0 在 2004 年正式推出，坊间的非官方名称为 SATA-2（SATA-II），符合 ATA-7 规范，传输速度可达 3.0Gb/s。这显示 SATA 的速度提升是以几何级数增长的，这点和 PATA 的一级级算术级数增长是不同的。

SATA 3Gb/s 比 SATA 1.5Gb/s 进步的地方在于：

- 3.0Gb/s 的高传输速率；
- 支持真正的 SATA 指令排序（NCQ）；
- SATA 3Gb/s 数据线长度最多 2m。SATA 1.5Gb/s 只是 1m，PATA 更短到 50cm；
- 全新的围挡式接口更稳固。

3. SATA3.0

SATA 3.0 在 2009 年 5 月 26 日 SATA-IO 完成 SATA 3.0 最终规格发布，比上一代提升一倍速率至 6Gb/s，此外增加多项新技术，包含新增 NCQ 指令以改良传输技术，并降低传输时所需耗电量。

1.4.7 PCI-E 插槽

PCI Express 简称 PCI-E 接口，是 INTEL 公司为了提高显卡总线速率发明，用于替换原来的 AGP3.0 规范接口。PCI Express X1 共有 36 针、PCI Express X16 共有 184 针。

如图 1-51 和图 1-52 所示分别为 PCI-E X1 和 PCI-E×16 插槽。表 1-4 所示为 PCI Express X1 到 X16 插槽引脚功能。

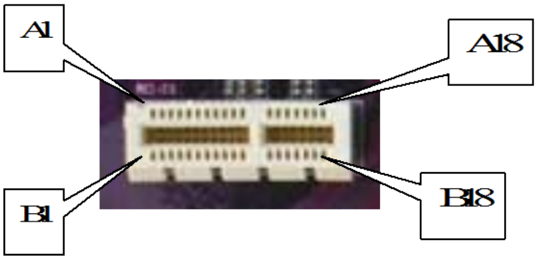


图 1-51 PCI-Express X1 插槽

图 1-52 PCI-Express X16 插槽

PCI-Express 是最新的总线和接口标准，它原来的名称为“3GIO”，是由 Intel 提出的，很明显 Intel 的意思是它代表着下一代 I/O 接口标准。交由 PCI-SIG（PCI 特殊兴趣组织）认证发布后才改名为“PCI-Express”。这个新标准将全面取代现行的 PCI 和 AGP，最终实现总线标准的统一。它的主要优势就是数据传输速率高，目前最高可达到 10Gb/s 以上，而且还有相当大的发展潜力。PCI Express 也有多种规格，从 PCI Express X1 到 PCI Express X16，能满足现在和将来一定时间内出现的低速设备和高速设备的需求。

PCI Express（以下简称 PCI-E）采用了目前业内流行的点对点串行连接，比起 PCI 以及更早期的计算机总线的共享并行架构，每个设备都有自己的专用连接，不需要向整个总线请求带宽，而且可以把数据传输频率提高到一个很高的频率，达到 PCI 所不能提供的高带宽。相对于传统 PCI 总线在单一时间周期内只能实现单向传输，PCI-E 的双单工连接能提供更高的传输速率和质量，它们之间的差异跟半双工和全双工类似。

PCI-E 的接口根据总线位宽不同而有所差异，包括 X1、X4、X8 以及 X16，而 X2 模式将用于内部接口而非插槽模式。PCI-E 规格从 1 条通道连接到 32 条通道连接，有非常强的

伸缩性，以满足不同系统设备对数据传输带宽不同的需求。此外，较短的 PCI-E 卡可以插入较长的 PCI-E 插槽中使用，PCI-E 接口还能够支持热拔插，这也是个不小的飞跃。PCI-E X1 的 250Mb/s 秒传输速率已经可以满足主流声效芯片、网卡芯片和存储设备对数据传输带宽的需求，但是远远无法满足图形芯片对数据传输带宽的需求。因此，用于取代 AGP 接口的 PCI-E 接口位宽为 X16，能够提供 5Gb/s 的带宽，即便有编码上的损耗但仍能够提供约为 4Gb/s 左右的实际带宽，远远超过 AGP 8X 的 2.1Gb/s 的带宽。

1. PCI-E 1.0 规范

PCI-E X1（1.0 标准）采用单向 2.5Gb/s 的速率进行传输，由于每一字节为 10 位（1 位起始位，8 位数据位，1 位结束位），所以传输速率为 250 Mb/s（250 兆比特每秒），由此可以计算出 PCI-E X16 的单向传输速率为 250Mb/s×16=4 Gb/s，双向传输速率为 8 Gb/s。目前 P43 以下主板（不含 P43）采用 PCI-E X16（1.0 标准），PCIe-104 Express 以及 PCIe-104 采用 PCI-E 1.0 规范。

2. PCI-E 2.0 规范

PCI-E 1X（2.0 标准）采用单向 5Gb/s 的波特率进行传输，由于每一字节为 10 位（1 位起始位，8 位数据位，1 位结束位），所以单向传输速率 500 Mb/s（500 兆比特每秒），由此可以计算出 PCI-E X16（2.0 标准）的单向传输速率为 500 Mb/s×16=8 Gb/s，双向传输速率为 16Gb/s，PCI-E X32（2.0 标准）的传输速率为 32Gb/s，目前 P43，P45，P55 及以上主板均带有 PCI-E 16X（2.0 标准）插槽

3. PCI-E 3.0 规范

PCI-E 1X（3.0 标准）采用单向 10Gb/s 的波特率进行传输，由于每一字节为 10 位（1 位起始位，8 位数据位，1 位结束位），所以单向传输速率为 1000 Mb/s（1000 兆比特每秒），由此可以计算出来 PCI-E X16（3.0 标准）的单向传输速率为 1000 Mb/s×16=16 Gb/s，双向传输速率为 32 Gb/s，PCI-E X32（3.0 标准）的双向传输速率高达 64 Gb/s，该规范于 2010 年正式发布。

表 1-4　PCI Express X1～X16 插槽引脚功能

种　类	引 脚 号	引脚名称	功　能	引 脚 号	引脚名称	功　能
X1	B1	12 V	12 V 电压	A1	Prsnt1#	热拢插检测
	B2	12 V	12 V 电压	A2	12 V	12 V 电压
	B3	Rsvd	保留针脚	A3	12 V	12 V 电压
	B4	地	地	A4	地	地
	B5	Smslk	系统时钟	A5	Jtag2	测试时钟
	B6	Smdat	系统总线	A6	Jtag3	测试数据输出
	B7	地	地	A7	Jtag4	测试模式选择
	B8	3.3 V	3.3 V	A8	Jtag5	测试模式选择
	B9	Jtag1	测试复位	A9	Jtag	复位时钟 3.3 V
	B10	3.3 Vaux	3.3 V 电源	A10	3.3 V	3.3 V 电压
	B11	wake#	激活信号	A11	PowerGood	电源准备好信号
	KEY		定位	KEY		定位
	B12	Rsvd	保留针脚	A12	地	地

（续表）

种　　类	引 脚 号	引脚名称	功　　能	引 脚 号	引脚名称	功　　能
	B13	地	地	A13	Prfclk+	差分信号参考时钟
	B14	Hsop（0）	0 号信道	A14	Prfclk-	0 开始
	B15	Hson（0）	信号对	A15	地	地
	B16	地	地	A16	Hsip（0）	0 号信道
	B17	Prsnt2#	热拢插检测	A17	Hsin（0）	信号对
	B18	地	地	A18	地	地
X1	以上为 PCI Express X1 插槽			以上为 PCI Express X1 插槽		
X4	B19	Hsop（1）	1 号信道	A19	地	地
	B20	Hson（1）	信号对	A20	Hsip（1）	1 号信道
	B21	地	地	A21	Hsin（1）	信号对
	B22	地	地	A22	地	地
	B23	Hsop（2）	2 号信道	A23	地	地
	B24	Hson（2）	信号对	A24	地	地
	B25	地	地	A25	Hsip（2）	2 号信道
	B26	地	地	A26	Hsin（2）	信号对
	B27	Hsop（3）	3 号信道	A27	地	地
	B28	Hson（3）	信号对	A28	地	地
	B29	地	地	A29	Hsip（3）	3 号信道
	B30	RSVD	保留针脚	A30	Hsin（3）	信号对
	B31	Prsnt2#	热拢插检测	A31	地	地
	B32	地	地	A32	RSVD	保留脚
X4	以上为 PCI Express X4 插槽			以上为 PCI Express X4 插槽		
X8	B33	Hsop（4）	4 号信道	A33	地	地
	B34	Hson（4）	信号对	A34	Hsip（4）	4 号信道
	B35	地	地	A35	Hsin（4）	信号对
	B36	地	地	A36	地	地
	B37	Hsop（5）	5 号信道	A37	地	地
	B38	Hson（5）	信号对	A38	地	地
	B39	地	地	A39	Hsip（5）	5 号信道
	B40	地	地	A40	Hsin（5）	信号对
	B41	Hsop（6）	6 号信道	A41	地	地
	B42	Hson（6）	信号对	A42	地	地
	B43	地	地	A43	Hsip（6）	6 号信道
	B44	地	地	A44	Hsin（6）	信号对
	B45	Hsop（7）	7 号信道	A45	地	地
	B46	Hson（7）	信号对	A46	地	地
	B47	地	地	A47	Hsip（7）	7 号信道
	B48	地	地	A48	Hsin（7）	信号对
	B49	地	地	A49	地	地
X8	以上为 PCI Express X8 插槽			以上为 PCI Express X8 插槽		
X16	B50	Hsop（8）	8 号信道	A50	RSVD	保留脚
	B51	Hson（8）	信号对	A51	地	地
	B52	地	地	A52	Hsip（8）	8 号信道
	B53	地	地	A53	Hsin（8）	信号对
	B54	Hsop（9）	9 号信道	A54	地	地
	B55	Hson（9）	信号对	A55	地	地

（续表）

种　类	引 脚 号	引脚名称	功　能	引 脚 号	引脚名称	功　能
	B56	地	地	A56	Hsip（9）	9 号信道
	B57	地	地	A57	Hsin（9）	信号对
	B58	Hsop（10）	10 号信道	A58	地	地
	B59	Hson（10）	信号对	A59	地	地
	B60	地	地	A60	Hsip（10）	10 号信道
	B61	地	地	A61	Hsin（10）	信号对
	B62	Hsop（11）	11 号信道	A62	地	地
	B63	Hson（11）	信号对	A63	地	地
	B64	地	地	A64	Hsip（11）	11 号信道
	B65	地	地	A65	Hsin（11）	信号对
	B66	Hsop（12）	12 号信道	A66	地	地
	B67	Hson（12）	信号对	A67	地	地
	B68	地	地	A68	Hsip（12）	12 号信道
	B69	地	地	A69	Hsin（12）	信号对
	B70	Hsop（13）	13 号信道	A70	地	地
	B71	Hson（13）	信号对	A71	地	地
	B72	地	地	A72	Hsip（13）	13 号信道
	B73	地	地	A73	Hsin（13）	信号对
	B74	Hsop（14）	14 号信道	A74	地	地
	B75	Hson（14）	信号对	A75	地	地
	B76	地	地	A76	Hsip（14）	14 号信道
	B77	地	地	A77	Hsin（14）	信号对
	B78	Hsop（15）	15 号信道	A78	地	地
	B79	Hson（15）	信号对	A79	地	地
	B80	地	地	A80	Hsip（15）	15 号信道
	B81	地	地	A81	Hsin（15）	信号对
	B82	Rsvd	保留针脚	A82	地	地
X16	以上为 PCI Express X16 插槽			以上为 PCI Express X16 插槽		

1.5　练习题

一、选择题

1．____________是计算机系统中最大的一块电路板，是整个计算机的中枢。

A. CPU　　B. 显示卡

C. 主板　　D. 声卡

2．硬盘的接口技术非常多，主板中硬盘的接口主要有_________等几种。

A. IDE 接口　　B. Serial ATA 接口

C. USB 接口　　D. SCSI 接口

3．下面属于主板中的芯片是________。

A. 北桥芯片　　B. I/O 芯片

C. CPU　　D. BIOS 芯片

4．下面属于主板接口电路的有__________。

A. 键盘鼠标接口电路　　B. USB 接口电路

C. 串口与并口接口电路　　D. 显卡接口电路

二、填空题

1．按结构划分，主板可分为_____________和_____________等几大类。

2．根据开发厂商不同，BIOS 主要分为_____________和_____________两大系列。

3．主板的 PCI Express X16 插槽主要用来连接________________设备。

4．主板的 PCI Express X1 插槽主要用来连接________________设备。

5．主板的 PCI 插槽主要用来连接________________设备。

6．主板的 SATA 接口主要用来连接________________设备。

三、简答题

1．北桥和南桥的作用是什么？

2．I/O 芯片的主要功能是什么？

3．时钟芯片的主要功能是什么？

第 2 章　主板开机电路结构原理及故障检修

2.1　主板开机电路构成及工作原理

根据主板的设计不同，开机电路的控制方式也不同：有的通过南桥直接控制，有的通过 I/O 芯片控制，也有的通过门电路控制。不管开机电路控制方式如何，开机电路的功能都是相同的。

1. 开机电路的功能

它主要任务是控制 ATX 电源的绿线（PS-ON）变为低电平（即开机）从而使+3.3 V、+5 V、+12 V 等各路供电开始输出给主板。

2. 开机电路的组成

- ATX 电源接口；
- 南桥或 I/O 芯片；
- 门电路（74HCT14 内含斯密特触发集成电路，不可用 7404/7405/7406 代换）；
- 开机键（PW-ON）；
- 电阻器、电容器、三极管等元器件。

主板开机键（PW-ON）标识有 PWR-SW、PWR-BT、PWR-BN、PWR-ON、PWR-ON/OFF、PS-ON、POWER-ON、ATX-POWER、SWITCH-POWER、DC-SW 等。

3. 南桥内部开机触发电路的工作条件

- 5 VSB 转换后为南桥提供 3.3 VSB 的待机电压；
- CMOS 跳线上有 2.2 V 以上的工作电压（跳线帽设置正常）；
- 32.768 kHz 的实时晶振开始启振（两脚有压差 0.4～1.6 V）；
- 触发排针要有 3～5 V 电压（有少数主板为 0.8 V 电压）。

4. 开机电路工作原理

计算机开机就是将 ATX 电源的 PS-ON 脚（绿线）电压拉低，ATX 电源就开始工作，输出各组电压。图 2-1 所示为 ATX 电源直接启动示意图，ATX 电源只要直接将 PS-ON 对地短路，ATX 电源就会开始工作。

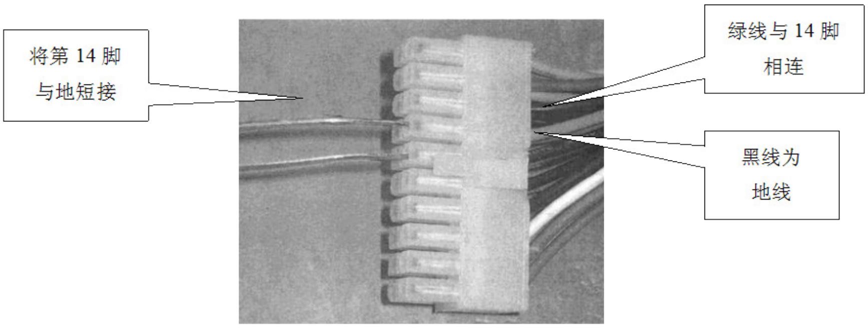


图 2-1　ATX 电源直接启动示意图

开机电路就是在接收到开机触发信号后，通过电路实现将 ATX 电源第 14 脚的电压拉低的这么一个功能，它的电路原理如图 2-2 所示。

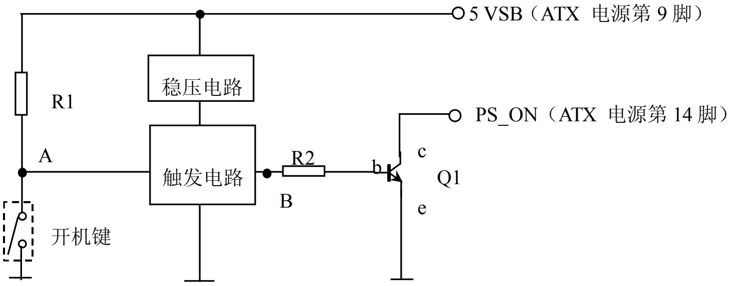


图 2-2　开机电路原理

在 ATX 电源接上市电后，电源虽然没有启动，但第 9 脚会有 5 V 的电压输出，称之为待命电压。5 V 待命电压经过稳压电路后，输出 3.3 V 的电压供给触发电路。另外，5 V 待命电压经过一个电阻器接到开机键的一端。

开机时按下开机键，A 点的电压被拉低，这样就会产生一个触发信号输入到触发电路中。

触发电路从 B 点输出一个逻辑高电平（这个电压是一直保持的，直到第二次触发），这个高电平加在三极管的发射结（be）之间，使得三极管导通，从而使集电极（c）的电位被拉低，也就是 ATX 电源的第 14 脚电位被拉低，这样 ATX 电源即开始工作，输出各组电压供给主板。

关机时按下开机键，A 点的电压被拉低，这样就会产生一个触发信号输入到触发电路中。触发电路接收到触发信号后使 B 点的电压翻转，即由原来的逻辑高电平翻转为逻辑低电平（这个电压是一直保持的，直到第二次触发）。由于三极管发射结（be）没有偏置电压，于是三极管截止，集电极（c）的电位升高，也就是 ATX 电源的第 14 脚电位升高，这样 ATX 电源即停止工作。

常见的主板开机电路主要有南桥芯片直接控制的开机电路、I/O 芯片直接控制的开机电路。一些具有自己设计能力的主板厂商，会设计与众不同的开机电路，电路虽然各不相同，但原理是相同的，最终的目的就是将 ATX 电源第 14 脚（绿线）的电位拉低，以实现开机的功能。

其中采用自有的芯片做开机控制而不只是依靠南桥和 I/O 芯片来启动的主要有华硕

（ASUS）和微星（MSI）。

华硕有专用开机复位芯片：ASB-100、ASB-100A、ASB-98127、AS016。

MSI 有专用开机复位芯片：MS-5、MS-6、MS-7、MS-8。

5. 开机触发器的工作过程

（1） 在待机时由于没有按下开机键，那么开机触发器就没有“1-0-1”的电平信号输入，此时开机触发器内部的阀门开关不导通，没有信号输出，则绿线电压不能被拉低，即关机状态。

（2） 点开机键后，触发器的输入端得到“1-0-1”的触发信号，然后触发器内部阀门开关导通，输出一个持续的电平状态（输出持续电平，有高电平，有低电平，一般南桥芯片输出为持续的高电平，I/O 芯片输出为持续的低电平，SIS 芯片组的南桥输出持续的低电平，南北桥集成的芯片组输出为持续的低电平，去控制绿色，最终把绿色拉为低电平，从而实现开机，然后 ATX 输出各路供电）。

（3） 再次点开机键时（即开机），触发器输入端得一个相对持续的低电平有效触发信号，然后就撤销所输出的电平状态，使 PS-ON（绿色）恢复到高电平状态（即关机）。

2.1.1 认识 ATX 电源

ATX 电源是计算机的工作电源，作用是把交流 220 V 的电源转换为计算机内部使用的直流 3.3 V，5 V，12 V，15 V，−12 V 的电源。ATX 电源实物图如图 2-3 所示。

图 2-3　ATX 电源实物图

1. 特点

ATX 电源最主要的特点就是不采用传统的市电开关来控制电源是否工作，而是采用“+5 VSB、PS-ON”的组合来实现电源的开启和关闭，只要控制“PS-ON”信号电平的变化，就能控制电源的开启和关闭。“PS-ON”小于 1 V 时开启电源，大于 4.5 V 时关闭电源。关机时 ATX 电源本身并没有彻底断电，而是维持了一个比较微弱的电流。同时它利用这一电流增加了一个电源管理功能，称为 Stand-By。它可以让操作系统直接对电源进行管理。通过此功能，用户就可以直接通过操作系统实现软关机，而且还可以实现网络化的电源管理。如在电脑关闭时，可以通过网络发出信号到电脑的网卡或 MODEM 上，然后监控电路就会发出一个 ATX 电源所特有的+5 V SB 激活电压，来打开电源启动电脑，从而实现远程开机。

2. 接口功能

ATX 电源的接口分为主板供电端、CPU 供电端、外围设备供电端等几种。

ATX 电源接口实物图如图 2-4 所示。其中主板供电端给整个主板进行供电，也是最主要的供电端口，主要分为 20（2×10）和 24（2×12）针接口两种，20 针接口为以前使用，现行主板都采用 24 针电源接口，这两种接口的主要区别就是 24 针接口在 20 针接口的基础上增加了+12 V 和+3.3 V 供电，其他的 20 针完全相同，图 2-5 和表 2-1 所示为 24 针主板电源接口功能。主板供电端口是最主要的电源接口，其中 PS-ON 是 ATX 启动引脚，只要将其电压拉低就能够让 ATX 电源软启动；5 VSB 引脚是待机电压输出引脚，当计算机关机时，主要 220 V 的电源是接上的，这个引脚就有 5 V 的电源电压输出。PowerGood（又加 PG 或 POK）引脚是 ATX 电源正常信号输出端，当 ATX 电源提供的 5 V、3.3 V、12 V 等电压正常后，在 100～500ms 延时后输出右底边为高电平，由这个跳变来为南桥芯片提供复位信号。

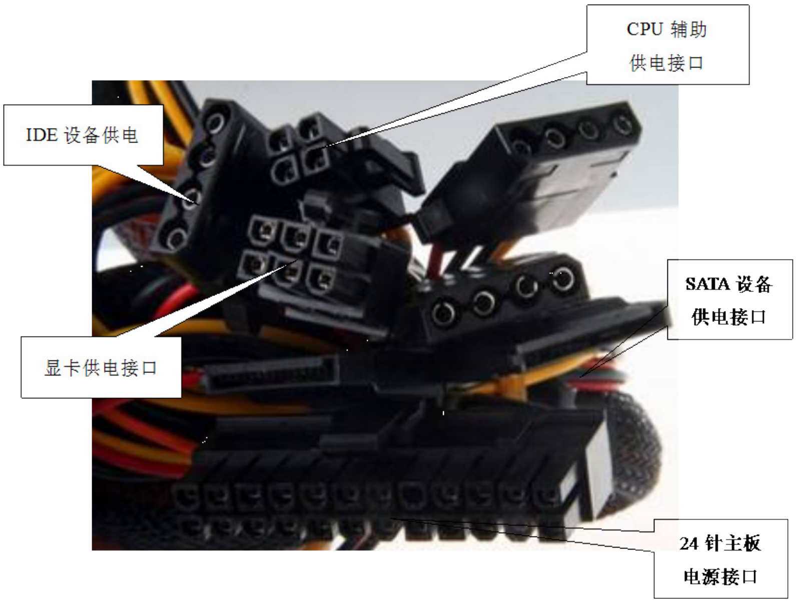


图 2-4　ATX 电源接口实物图

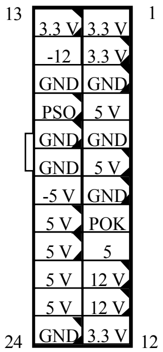


图 2-5　24 针主板电源接口功能

表 2-1　24 针主板电源接口功能

针 脚 号	名　　称	功　　能
1	3.3 V	提供 +3.3 V 电源、橘黄色
2	3.3 V	提供 +3.3 V 电源、橘黄色
3	GND	地线、黑色
4	+5 V	提供 +5 V 电源、红色
5	GND	地线、黑色
6	+5 V	提供 +5 V 电源、红色
7	GND	地线、黑色

（续表）

针 脚 号	名　　称	功　　能
8	Power Good	Power OK，指示电源正常工作、灰色
9	5 V SB（+5 V 待机电压）	提供 +5 V Stand by 电源，供电源启动电路用、紫色
10	+12 V	提供 +12 V 电源、黄色
11	+12 V（2×12-pin ATX）	提供 +12 V 电源、黄色
12	3.3 V（2×12-pin ATX）	2×12 连接器侦察、橘黄色
13	3.3 V	提供 3.3 V 电源、橘黄色
14	−12 V	提供 −12 V 电源、蓝色
15	GND	地线、黑色
16	PS-ON（ATX 电源开关）	PS-ON（电源供应远程开关）、绿色
17	GND	地线、黑色
18	GND	地线、黑色
19	GND	地线、黑色
20	−5 V	提供 −5 V 电源、白色
21	+5 V	提供 +5 V 电源、红色
22	+5 V	提供 +5 V 电源、红色
23	+5 V（2×12-pin ATX）	提供 +5 V 电源、红色
24	GND（2×12-pin ATX）	地线、黑色

CPU 辅助供电接口主要为 CPU 提供 12 V 的供电，分为 4 针、8 针（或者 4+4 针）两种供电接口。图 2-6 所示为 8 针 CPU 供电接口图。

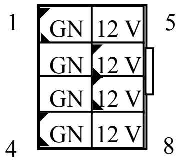


图 2-6　8 针 CPU 供电接口图

SATA 电源接口主要为 SATA 接口设备（硬盘和光驱）供电，共 15 针，分为 5 组。SATA 电源接口如图 2-7 所示，表 2-2 所示为 SATA 电源接口及引脚功能。

图 2-7　SATA 电源接口

表 2-2　SATA 电源接口及引脚功能

针 脚 号	名　　称	功　　能
1	3.3 V	提供 3.3 V 电源、橘黄色电源线
2	3.3 V	提供 3.3 V 电源、橘黄色电源线
3	3.3 V	提供 3.3 V 电源、橘黄色电源线
4	GND	地线、黑色电源线
5	GND	地线、黑色电源线
6	GND	地线、黑色电源线

（续表）

针 脚 号	名　　称	功　　能
7	5 V	提供 5 V 电源、红色电源线
8	5 V	提供 5 V 电源、红色电源线
9	5 V	提供 5 V 电源、红色电源线
10	GND	地线、黑色电源线
11	GND	地线、黑色电源线
12	GND	地线、黑色电源线
13	12 V	提供 12 V 电源、黄色电源线
14	12 V	提供 12 V 电源、黄色电源线
15	12 V	提供 12 V 电源、黄色电源线

显卡供电接口主要为大功率的独立显卡专门供电的，主要有 6 针和 6+2 针这两种。如图 2-8 所示为 6 针显卡供电接口。显卡供电接口和 CPU 电源接口都有可能是 8 针的接口（CPU 辅助供电 4+4，显卡供电 6+2），但相互间不能混用，它们的接口是不同的。

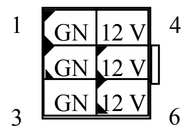


图 2-8　6 针显卡供电接口

外围设备电源接口，通常称为 D 形口，为 ATA 接口设备（硬盘、光驱）进行供电，共 4 针。现在不太常用，现在主要使用的 SATA 接口。D 形口接口如图 2-9 所示，表 2-3 所示为 D 形口引脚功能。

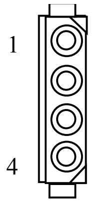


图 2-9　D 形口

表 2-3　D 形口接口针脚功能

针 脚 号	名　　称	功　　能
1	12 V	提供 12 V 电源、黄色电源线
2	GND	地线、黑色电源线
3	GND	地线、黑色电源线
4	5 V	提供 5 V 电源、红色电源线

2.1.2　南桥芯片介绍

南桥内部开机触发电路正常工作和条件是：为南桥提供供电。主供电为 2 V、5.3 V、3 V，一般是 ATX 电源待机电压通过稳压器 1117 或 1084 等转换后向南桥供电，或直接由 CMOS

电池供电。

提供 32.768 kHz 的时钟信号。南桥内部内置振荡器，外部连接了一个 32.768 kHz 的晶振，在得到 ATX 电源供电或 CMOS 电池供电后，向南桥提供时钟信号。

开机触发信号。在按下电源开关键后，由开机键直接或通过非门电路发送给南桥一个触发电压信号。

在满足上面的 3 个条件后，南桥内部的触发电路就会工作，实现控制 ATX 电源第 14 针脚（蓝线）或第 16 针脚（绿线）电压的功能。

图 2-10 所示为南桥芯片直接控制开机电路原理图。

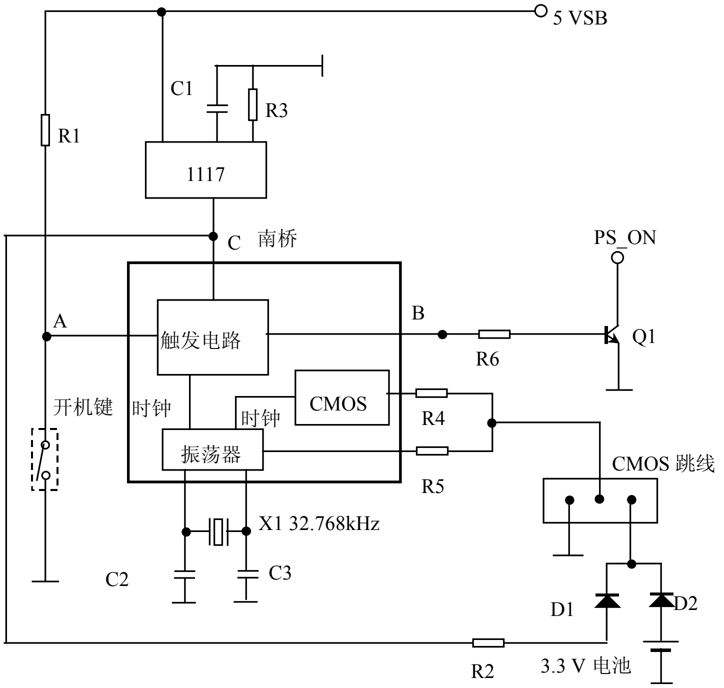


图 2-10　南桥芯片直接控制开机电路原理图

5 V 待机电压经过 1117 低压差线性稳压器后，输出一个稳定的电压（1.8～3.3 V，视具体的南桥芯片而定）供给南桥芯片内部的触发电路。

D1 的电压并不一定取自 C 点，有的电路直接从 5 V 待机电压通过电阻器分压取得。当主板有 5 V 待机电压时，D1 输出的电压比 D2 输出的电压稍高，因此 D2 处于截止状态，南桥芯片内部的振荡电路及 CMOS 电路由 D1 供电。当主板没有 5 V 待机电压时，D1 也就没有电压输出，南桥芯片内部的振荡电路及 CMOS 电路由 3.3 V 电池通过 D2 供电，这样可以保证时钟的正常运转和不使 CMOS 里的配置参数丢失。

D1、D2 可以是两个分立元件，也可以是一个集成元件（双二极管）。

有的主板还在开机触发电路部分加上了双 D 触发器（74HC74），以取得稳定的触发，防止出现错误翻转的现象，其电路如图 2-11 所示。

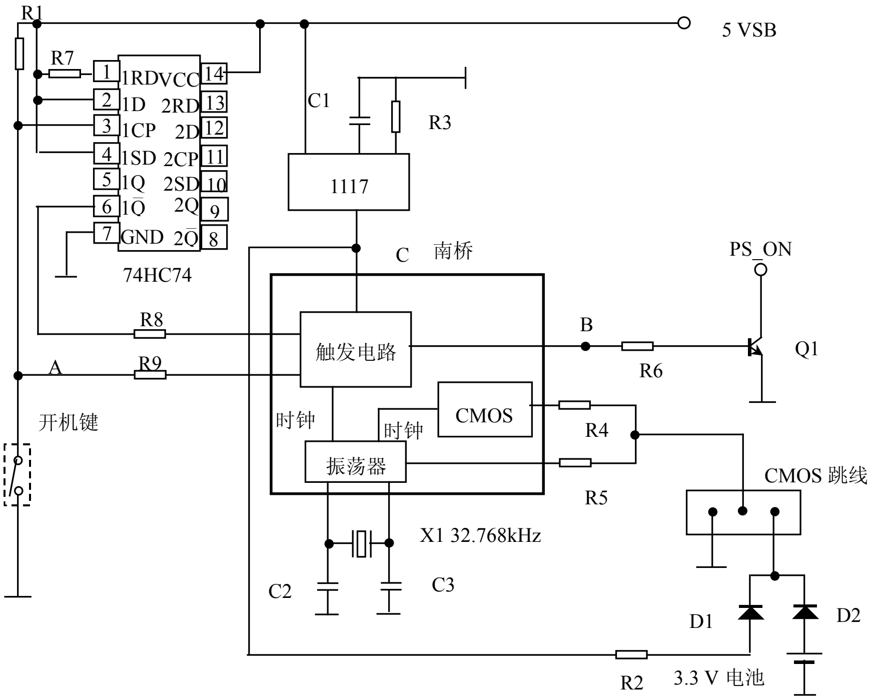


图 2-11　增加双 D 触发器的南桥芯片直接控制开机电路

2.1.3　I/O 芯片

在 Intel 主板的开机电路中，由 I/O 芯片内部的门电路控制电源的第 14 脚或第 16 脚的，所以 Intel 主板的开机电路控制部分一般在 I/O 芯片内部。

在这里，I/O 芯片和南桥芯片的关系是电源开关输出一个电压，通过 I/O 芯片内部的门电路转换进入南桥，再由南桥同步输出一个电压进入 I/O 芯片内部另一个门电路（控制 74 逻辑门电路），然后由此门电路来改变电源第 14 脚或第 16 脚的电压，使电源开关开始工作，并不是所有的 I/O 芯片内部都集成开机控制模块，常见集成开机控制模块的 I/O 芯片主要包括 T8712、IT8302、W83627F、W83697F 等。

由 I/O 芯片直接控制的开机电路如图 2-12 所示。5 V 待机电压经过 1117 低压差线性稳压器后，得出一个稳定的电压（1.8～3.3 V，视具体的南桥芯片而定）供给南桥芯片内部的触发电路。

开机时按下开机键，A 点的电压被拉低，这样就会产生一个触发信号输入到南桥芯片的触发电路中。触发电路从 B 点输出一个逻辑高电平（这个电压是一直保持的，直到第二次触发），这个逻辑高电平进入 I/O 芯片内部的门电路进行逻辑电平转换，然后加在三极管的发射结（be）之间，使得三极管导通，从而使集电极（c）的电位被拉低，也就是 ATX 电源的第 14 脚电位被拉低，这样 ATX 电源开始工作，输出各组电压供给主板。

关机时按下开机键，A 点的电压被拉低，这样就会产生一个触发信号输入到南桥芯片的触发电路中。触发电路接收到触发信号后，使 B 点的电压翻转，即由原来的逻辑高电平翻转为逻辑低电平（这个电压是一直保持的，直到第二次触发），这个逻辑低电平进入 I/O

芯片内部的门电路进行逻辑电平转换，然后加在三极管的发射结（be）之间，因为发射结（be）没有偏置电压，于是三极管截止，集电极（C）的电位升高，也就是 ATX 电源的第 14 脚电位升高，ATX 电源停止工作。

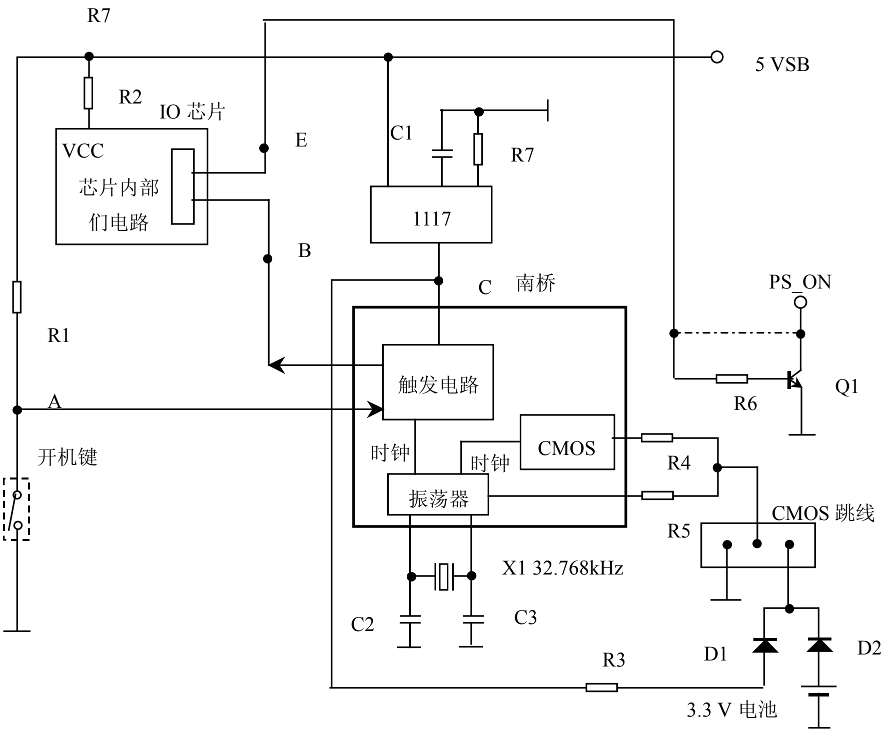


图 2-12　I/O 芯片直接控制的开机电路

部分 I/O 芯片直接控制的开机电路，它取消控制 ATX 电源第 14 脚的三极管，直接将 E 点连接到 ATX 电源的第 14 脚，如图 2-12 中的虚线所示，ATX 电源第 14 脚 PS-ON 的电位随着 E 点电位的改变而改变。

2.1.4　逻辑门电路

在主板开机电路中使用的门电路主要包括逻辑门电路和非门电路。

1.　逻辑门电路

逻辑门电路在开机电路中实际上就是触发器，主要包括 74HCT74、74HC14、74LS74 等。

2.　非门电路

开机电路中的非门电路主要包括反相器、与非门和或非门等，其中反相器包括 HCT14、74F06 等；与非门包括 74F00 等；或非门包括 74F02 等。

2.2 主板开机电路原理分析

2.2.1 INTEL 开机电路原理图

Intel 芯片组开机电路一般由南桥和 I/O 芯片共同构成。Intel 芯片组主板的开机触发过程如图 2-13 所示。

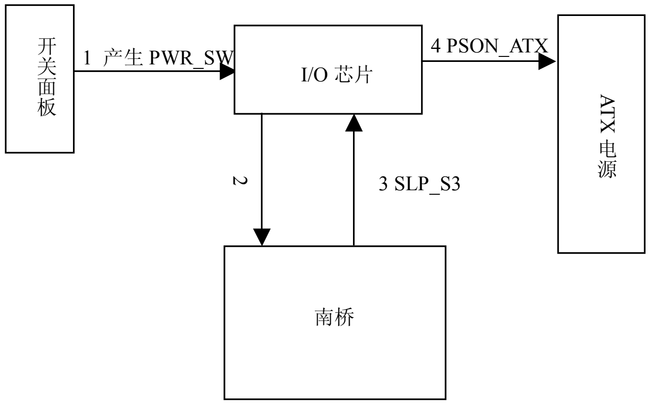


图 2-13 Intel 芯片组主板开机触发过程

1. 插上 ATX 电源

插上电源立即产生 5 VSB 电压，继而产生 3 VSB 电压，从而拉高由 I/O 芯片发向南桥芯片的 RSMRST 信号，使得南桥芯片中所有的寄存器复位，使其到达一个确定的状态。

2. 按下开关

按下开关时即向 I/O 芯片发出 PW_SW 信号，I/O 芯片在接收到该信号后向南桥芯片发出 SIO_PWRON，南桥芯片收到该信号后，回馈给 I/O 芯片 SLP_S3 信号，推动 I/O 产生 PSON_ATX 信号到 ATX 电源，将其 PS-ON 信号拉低，随即产生+3.3 V，+5 V，+12 V 电压。

待到各电压输出稳定后，ATX 将产生 PW_OK 信号。

如图 2-14 所示为技嘉的 Intel 芯片组 H61 主板的开机触发电路。Intel H61 开机触发过程如下：

（1） 当按下 POWER 按键时，IT8728 的 PANSWH 引脚有一个高低高的电平变化。

（2） 上电后（插入 ATX 电源），IT8728 的 PWRON#有 3.3 V 的上拉电压，当 POWER 按键按下时，PWRON#脚同时有一个高低高的电平变化。

（3） 当南桥检测到 IT8728 的 PWRON#低电位变化后，南桥触发电路启动，输出一组持续的 3.3 V（SLP_S3）到 IT8728 的 SUSB#引脚。

（4） 当 IT8728 检测到 SUSB#上持续的 SLP_S#后，PSON 引脚就会有一个低电位输出控制 ATX 的 PS-ON 引脚（绿线），ATX 电源收到此信号启动电源输出各组电压。

（5） 下次按下 POWER 键时 PS-ON 接收到高电位，ATX 电源将停止供电。

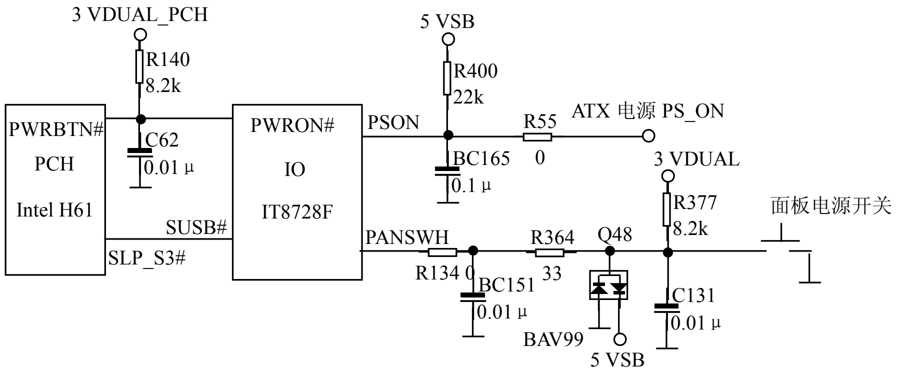


图 2-14　Intel 芯片组 H61 开机触发电路

2.2.2　VIA 开机电路原理图

VIA 芯片组主板开机触发电路由面板按键、南桥芯片（部分由三极管）构成，不需要通过 I/O 芯片来进行开机触发。

VIA 芯片组主板开机触发过程如图 2-15 所示。

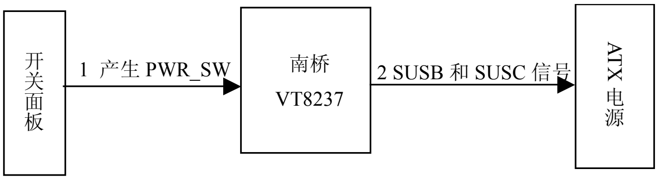


图 2-15　VIA 芯片组主板开机触发过程

1.　插上 ATX

立即产生 5 VSUS，经过电路转换，继而产生供给南桥的 3.3 VSUS，2.5 VSUS 和供给北桥的 1.5 VSUS 电压，其中，3.3 VSUS 电压拉高南桥上的 RSMRST 信号，使得南桥的所有寄存器复位，到达一个确定的初始状态。

2.　按下开关

立即产生 PW_BN 信号，拉高南桥的 PWRBTN 信号，在南桥内部产生 SUSB，SUSC 两个信号（可以只用一个），拉低 ATX 电源的 PS-ON 信号，从而使电源工作产生+5 V，+3.3 V，+12 V 等电压，并在各电压稳定后产生 PW_ON（PG）信号。

VIA 芯片组 VT8237 开机触发电路如图 2-16 所示。

VT8237 的开机触发过程如下：

（1）　开机信号输入。

当开机键按下时，R429 对地短路，3 VSB 电压经 SR39 和 R429 分压后变为低电平，输入到南桥 VT8237 的 PWRBTN#脚。

（2） PS-ON 信号。

经 VT8237 内部电路处理后，有 SUSB 引脚输出高电平，SUSB 经 R434 连接到 Q36 的 G 极，Q36G 极高电平导通，Q36 的 D 极电压被拉为低电平，即 ATX 电源的 PS-ON 为低电平，ATX 电压就开始正常工作供电，输出+3.3 V、+5 V、+12 V 电压。

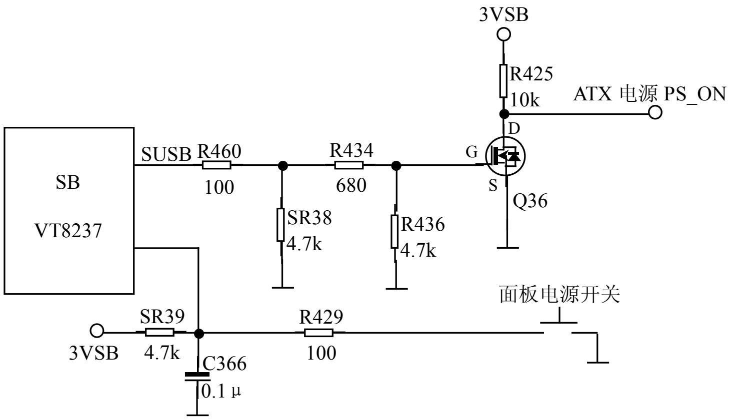


图 2-16 VIA 芯片组 VT8237 开机触发电路

2.2.3 SIS 开机电路原理图

SIS 芯片组主板开机触发电路由面板按键、南桥芯片（部分由三极管）构成，不需要通过 I/O 芯片来进行开机触发。

SIS 芯片组主板开机触发过程如图 2-17 所示。

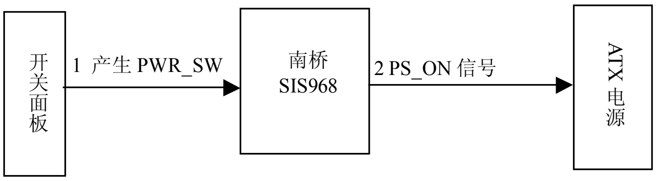


图 2-17 SIS 芯片组主板开机触发过程

1. 插上 ATX

立即产生 5 VSB，经过电路转换，继而产生供给南桥的 3.3 V，2.5 V 等电压。

2. 按下开关

立即产生 PWRBTN 信号，拉低南桥的 PWRBTN#信号，在南桥芯片内部产生 PSON#信号，拉低 ATX 电源的 PS-ON 信号，从而使电源工作产生+5 V，+3.3 V，+12 V 等电压，并在各电压稳定后产生 PW_ON（PG）信号。

图 2-18 所示为 SIS968 南桥芯片的开机触发电路。

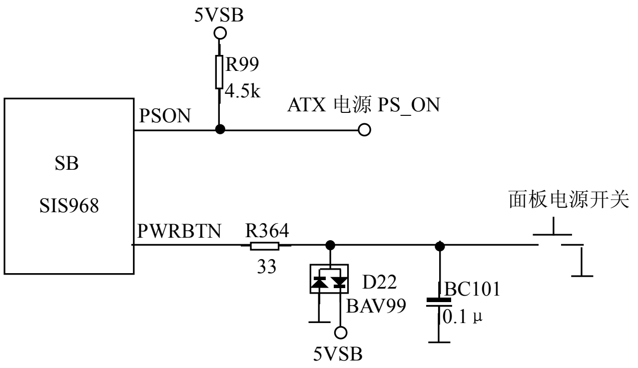


图 2-18　SIS968 南桥芯片的开机触发电路

SIS968 触发过程如下：

（1）　插上 ATX 电源。

ATX 电源产生 5 VSB 电压，经过转换为 SB1.8 V 给南桥芯片供电。

（2）　按下开关。

产生 PWRBTN 信号给南桥芯片，经 R364 后送给南桥芯片将 SIS968 的 PWRBTN#引脚电压拉低，SIS968 经过内部处理后，拉低 PSON#引脚电压，输出给 ATX 电源，将 ATX 电源的 PS-ON 引脚拉低，使 ATX 电源开始工作，输出+3.3 V、+5 V、+12 V 等电压。

2.2.4　nVIDIA 开机电路原理图

nVIDIA 芯片组开机电路一般有南桥芯片和 I/O 芯片共同参与，不仅仅只有南桥芯片参与开机触发过程。其组成一般包括开机按键、南桥芯片、I/O 芯片等。

nForce-A939 芯片组开机触发电路如图 2-19 所示。其开机触发过程如下：

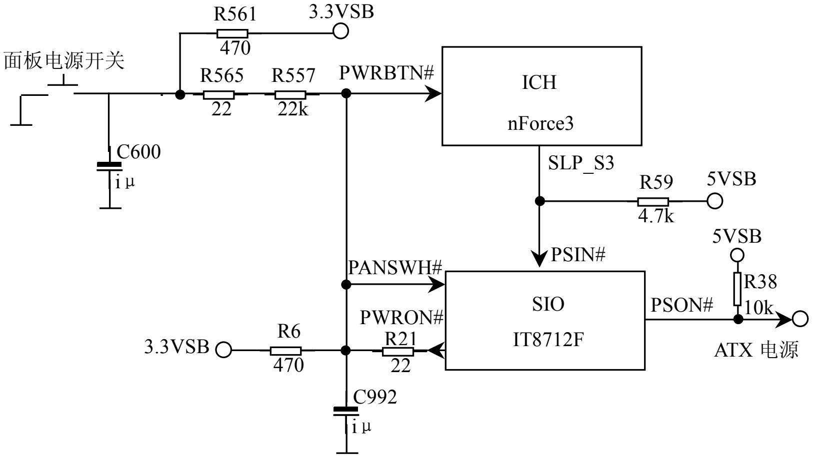


图 2-19　nForce-A939 芯片组开机触发电路

1. 插上 ATX 电源

ATX 电源产生 5 VSB 电压，经过转换为 3.3 VSB 给南桥芯片供电。

2. 按下开关

产生 PWRBTN#信号给经 R565、R557 传给南桥芯片 nForce-A939，经南桥芯片内部触发电路处理后输出 SLP_S3 信号给 I/O 芯片 IT8712F 的 PSIN#端。同时 PWRBTN#传给 IT8712F 的 PANSWH#、PWRON#端，IT8712 接收到以上三个信号后，经内部触发电路处理后输出 PSON#信号，PSON#输出给 ATX 电源，将 ATX 电源的 PS-ON 引脚电压拉低，使 ATX 电源开始工作，输出+3.3 V、+5 V、+12 V 等电压。

2.2.5 AMD 开机电路原理图

AMD 芯片组开机电路一般有南桥芯片和 I/O 芯片共同参与，不仅仅只有南桥芯片参与开机触发过程。其组成一般包括开机按键、南桥芯片、I/O 芯片等组成。

如图 2-20 所示为 AMD 的 SB850 南桥芯片组成的开机触发电路。其开机触发过程如下：

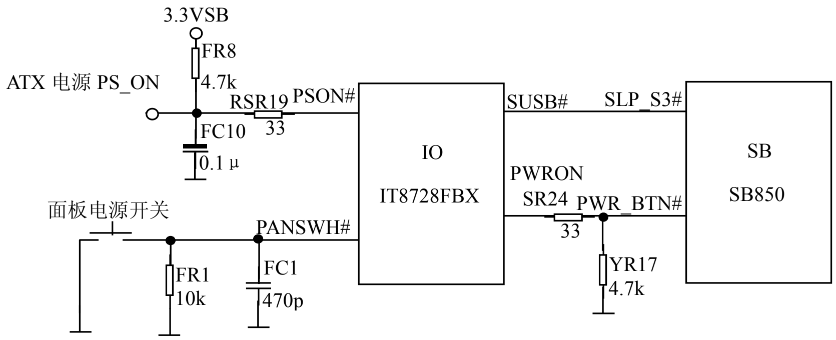


图 2-20 AMD SB850 开机触发电路

1. 插上 ATX 电源

ATX 电源产生 5 VSB 电压，经过转换为 3.3 VSB 给南桥芯片供电。

2. 按下开关

产生 PWRBTN#信号给 I/O 芯片 IT8728FBX 的 PSIN#端。经 IT8728FBX 内部处理后输出 PWRON#信号给南桥芯片 SB850，SB850 内部触发电路处理后输出 SLP_S3 信号给 IT8728FBX 的 SUSB#端，IT8728FBX 接收到 SLP_S3 信号后，经内部触发电路处理后输出 PSON#信号，PSON#输出给 ATX 电源，将 ATX 电源的 PS-ON 引脚电压拉低，使 ATX 电源开始工作，输出+3.3 V、+5 V、+12 V 等电压。

2.3 主板开机电路检修流程

开机电路的检修流程以 DVR G41 主板为例来进行讲解。

1. 开机触发电路工作原理

图 2-21 所示为 DVR G41 主板开机触发电路原理图。图 2-22 所示为 3.3 V 的 3 VDUAL 电压产生电路原理图。

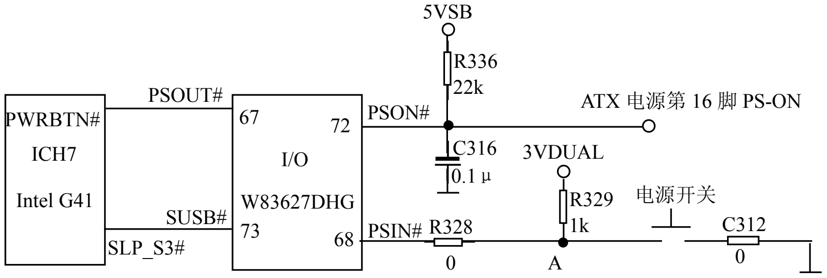


图 2-21　DVR G41 主板开机触发电路原理图

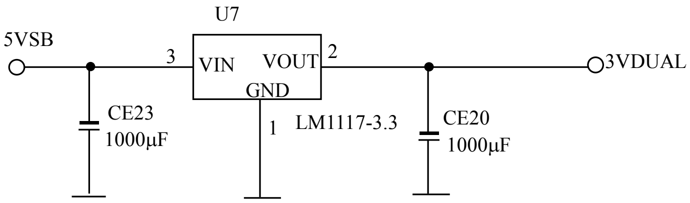


图 2-22　3 VDUAL 电压产生电路原理图

DVR G41 主板的开机触发过程：当计算机接上电源后，ATX 电源输出 5 VSB 电源，5 VSB 一路输出给 ATX 电源的第 16 脚（PS-ON 端），保证计算机 ATX 电源不会自动开机，另一路转换为 3.3 V 的 3 VDUAL 电压，为南桥芯片、I/O 芯片等提供工作电压，为计算机的触发做好准备工作。

当按下电源开关后，3 VDUAL 经 R329 提供的上拉电压通过电源开关、C312（标示为电容器，实际为 0 欧电阻器）对地电路，A 点变为低电压，放开电源开关后，3 VDUAL 经 R329 上拉后，A 点重新变为高电压，A 的这个变化经 R328 输出到 I/O 芯片（W83627DHG）第 68 脚，经 I/O 芯片的内部触发电路处理后，由 I/O 的第 67 脚输出到南桥 ICH7，经南桥内部触发电路处理后，南桥输出 SLP_S3#信号到 I/O 芯片的第 73 脚，I/O 芯片接收到 SLP_S3#信号后，经内部电路处理后由第 72 脚输出低电平信号，将 ATX 电源的第 16 脚（PS-ON 端）电压拉低，ATX 电源开始工作，输出+12 V、+5 V、+3.3 V 等电压，完成计算机的开机触发过程。

当计算机处于开启状态的时候，按下计算机开机按钮，经过 I/O、南桥芯片处理后，由 I/O 芯片将 ATX 的第 16 脚电压拉高，完成计算机的关机。

2. 开机电路故障检修流程

主板开机电路故障主要是由于接电源插座第 16 脚的上拉电阻器、电容器、I/O 芯片及南桥旁边的晶振和谐振电容器损坏或者南桥损坏等造成的。可以参考开机电路故障检修流

程对主板进行检测。检测时重点检测每个电路模块的关键测试点，通过测试点快速准确地找出故障的部件，并排除开机电路故障。开机电路检修流程图如图 2-23 所示。

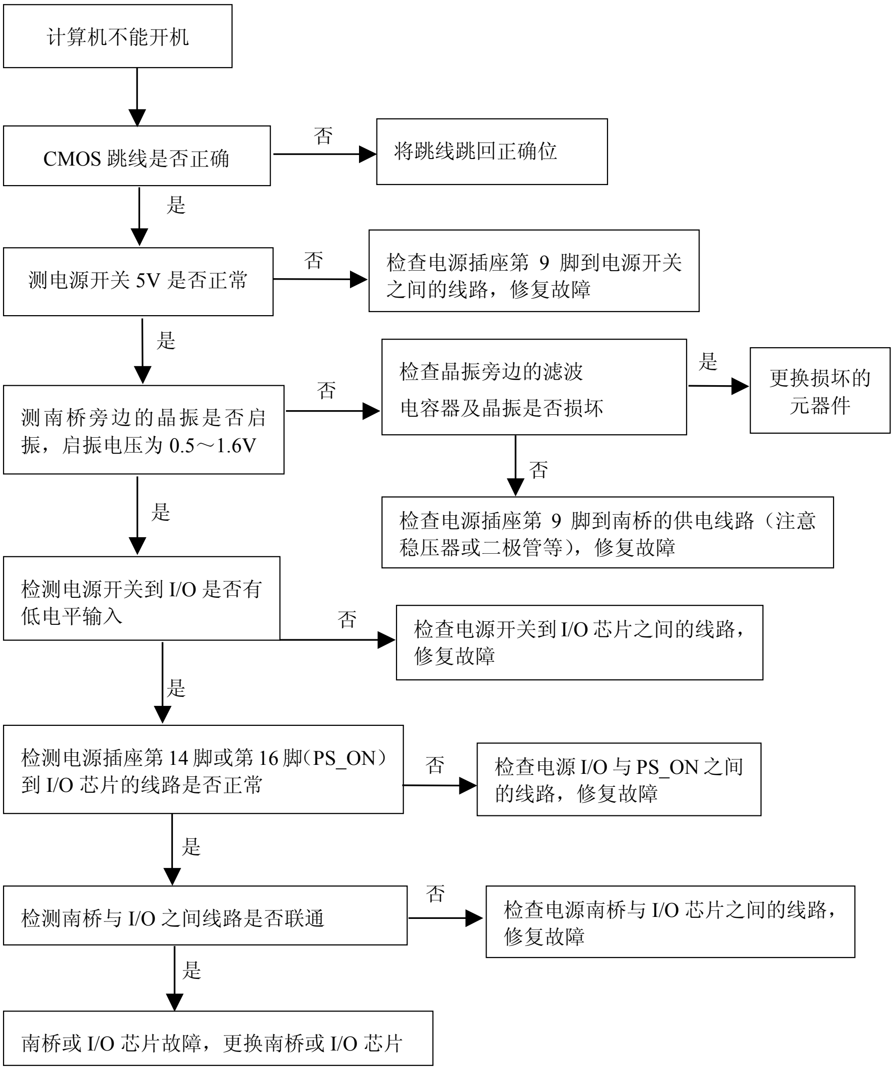


图 2-23　开机电路检修流程

2.4　主板开机电路检修思路

1.　开机电路检修要点

把主板拆下来，先把板上的灰尘清扫干净，以免妨碍检修。先目测一下，看主板上面有无元器件烧坏，鼓包，电脑板上有无烧焦、断线的。把主板放好，插上假负载，插好电源，测试卡，做好检修准备。

（1） 怀疑主机电源好坏：首先接好电源，按下开关，如果不能通电，再把主机的电源拔下来，用镊子把电源的绿线和黑线短路，看电源风扇转不，如果转，说明电源是好的，故障在主机方面。

怀疑主机开关好坏：再把 ATX 电源线和主板接好，把主板上的开关针、复位针等拔起，用镊子短路开关针触发电源开关，看能不能开机，如果能，就说明是主机的开关坏，把主机开关拆出清洗。如果短路开关针触发电源还是不能开机，说明主板真的不能触发开机，把主板从机箱里拆出来检修。

（2） 当主板不通电时，首先通过强加电法定位主板不通电的具体故障电路。也就是说直接短路接绿线和黑线。如果此时可以加电开机说明故障在软开机电路本身。如果此时不可以加电，说明有严重的短路现象。ATX 电源内部保护，它不允许自己所输出的电压对地，所以电源内部自动保护了。

可能短路的有红线短路，黄线短路，紫线短路或者是 CPU 的主供电端短路。以上的短路现象，在实际主板故障中出现任何一种都会出现强行加电而加不上电。

对于红线短路可能的原因有主板上某个场效应晶体管短路或者是电源管理器短路，还有门电路短路或者是 I/O 短路，还有南桥短路，也有可能是 5 V 滤波电容器短路。测一下 5 V ATX 对地数值或测供电管对地数值看是否对地短路了。正常的对地数值是 380 欧姆左右，那么你明显测供电管对地 0 欧姆或 0 欧姆左右，这时候肯定是说主板出现芯片对地短路现象造成 ATX 保护。

对于黄线 12 V 短路通常是电源管理本身和 12 V 滤波电容器短路，对于 12 V 短路也有可能是串口芯片有问题。

对于紫线短路可能是南桥、I/O、场效应晶体管和门电路，以及紫线滤波电容器和紫线稳压二极管造成。

对于 CPU 主供电短路可能是场效应晶体管，电源管理器和主供电滤波电容器。对于 P4 的主板，CPU 主供电短路也有可能是北桥短路。测出对地短路的 ATX 电源线，再跑电路沿着线找到相关损坏的元器件，换掉。

（3） 如果强行加电可以加电，则故障在主机故障本身，此时应重点检查软开机电路本身和软开机电路有联系的其他一些电路。

① COMS 电池，有些主板，电池电力不足也不能开机，但大部分的主板没电池也不影响开机。正常情况下 COMS 电池是一个 2.6 V 以上的电压，有时候是 2.6～3.3 V 的电压，这个也应该注意一下。

② COMS 跳线，COMS 跳线不正确也不能开机，一般是跳在一二根跳线上是正确的，第三根是接地，如果跳在第二第三针上就不能开机。有的主板跳线跳错以后，可以开机，因为实时晶振供电是由紫线提供的。

③ 测 POWER 开关针有无 3.3 V 或 5 V 电压，POWER 开关针一针是接地，一针由 5 V 供电，中间会经过一些门电路，电阻等电子元件，如果没有 5 V 或 3.3 V 电压到开关，从 ATX 电源紫 5 V 到 POWER 之间的元器件看哪个损坏，换掉。

④ 测南桥旁边的晶振，看是否启振，启振电压为 0.5～1.6 V，如果没有，就更换晶振旁边的滤波电容器以及晶振本身。

还有一种用手去触摸，实时晶振的两引脚，手触摸主板可以加电，可以工作。但是实

时晶振损坏以后，你摸到实时晶振你可以加电，但是 CPU 不工作。这时候还是继续用手处碰，使实时晶振两个引脚它又不过内存，再用手处摸实时晶振的两个引脚，又会过内存。这种就是典型的实时晶振外围电路损坏的现象。

这样主板是非常难修的，有的更换实时晶振，损坏后更换次数有很多，原因是实时晶振的电容器电路要求非常严格。损坏以后尽量用颜色和大小相同的实时晶振，还有谐振电容器来更换，否则的话就会更换不成功。

⑤ 测 POWER 开关到南桥或 I/O 之间是否有低电压输入南桥或 I/O。开关到南桥（I/O）这间，一般会经过一此门电路、开关管。门电路在开机电路中应用非常广泛，开机电路就是于南桥或于 I/O 中心，南桥或 I/O 内部提充了开机触发电路电源管理系统，所有的开机电路针对威盛主板来说，它的开机电路是南桥，因特尔主板开机电路是 I/O。另外从开关到南桥，从开关到 I/O 这个电路中它有可能接一些电阻器或二极管，或门电路，一般接些非门电路。门电路损坏最常见的故障是主板不能触发，门电路在修理时一定要注意。门电路损坏后，会鼓起些小包或鼓起小亮点。门电路用万用表来判断，时灵敏是有限的，所以判断起来不是很好的判断。最快的方法就是用代换的方法。如果主板又不能触发，跑电路的时候又看见门电路，就直接代换。

⑥ 测 ATX 电源绿线到南桥（I/O）是否有元件损坏，一般会经过一些电阻器、开关管等。看有没有低电平输入南桥（I/O），所以说跑开机电路是非常重要的。大家对这些线路一定要熟悉。

⑦ 如果上面说的那些地方都是好的，那应该是南桥或 I/O 坏了，更换就行。I/O 芯片被损坏是常见的故障，在检查主板不能触发的现象，已排除触发电路本身触发电路外，相关主板上的一些相关电路，比如说 I/O 芯片在主板是管理些接口的，还有内部集成的一些控制器，但是 I/O 它本身也是由南桥管理，南桥通过 I/O 来管理这些接口，I/O 芯片内部不正常或内部损坏后，信号线、地址和南桥芯片线相连，它的不正常导致南桥内部芯片不正常。南桥内部电源管理芯片不正常，使主板不能开机不能触发。在修的时候一定要想到与开关相关的一些元件。

在主板故障率 I/O 芯片是参加开机电路最重要的一个芯片，也是主板中故障率最高的。尤其是华邦的 I/O 芯片，它一般都参与开机电路，这点一定要引起大家的重视。

开机电路是主板维修中故障率最高，也是最容易修的一个电路，但在维修之前，一定要熟悉相关的开关线路，所以就要用到跑电路，把开机线路找出来。主要线路包括：

- 紫色 5 VSB——开关针；
- 开关针——南桥（I/O）；
- 绿线——南桥（I/O）。

这三条线路大家平常就要熟悉，中间一般会经过电阻器、门电路、开关管。我们修主板不能开机，就是修这三条线路，开机控制线路。

2. 开机电路故障检测点

（1） 易坏元器件。

① 低压差三端稳压器 1117 及其连接的电容器；

② 晶振；

③ 谐振电容器；

④ 电源开关连接的电阻器。

（2） 故障检测点。

故障检测点 1：CMOS 跳线。

CMOS 跳线设置不正确，将导致不能开机，所以在维修时首先检查 CMOS 跳线设置是否正确，正常情况下跳线应在插座“Normal”设置上。

故障检测点 2：三脚双二极管。

双二极管损坏将导致无法开机，检测方法与二极管的检测方法基本相同，因为三脚双二极管就是两个二极管。

故障检测点 3：低压差三端稳压器 1117。

1117 的中间脚输出稳定的电压，如果此器件损坏将导致主板无法开机，测试方法是带电测试 1117 的中间脚的电压值大小，如果为 0 或小于 3 V，则是稳压器损坏。

故障检测点 4：低压差三端稳压器 1117 连接的电容器。

如果连接 1117 上连接的电容器损坏，将导致南桥供电部正常，计算机无法开机。

检测方法：首先将万用表调到欧姆挡的适当挡位，一般电容量在 1 μF 以下的电容器用“20 k”挡检测，1～100 μF 内的电容器用“2 k”挡检测，电容量大于 100 μF 的电容器用“200”挡检测，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相连（红表笔接触电容器的正极，黑表笔接触电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示出符号“1”，表明电容器正常，如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路，如果始终显示“1”（溢出符号），则可能是电容器内部开路。

故障检测点 5：谐振电容器

谐振电容器漏电或被击穿将导致不能开机，检测方法同上。

故障检测点 6：晶振

晶振损坏后，计算机可能不能开机或无法存储系统时间。检测方法：测量晶振两脚的电压，如电压为 0.2 V 左右表明晶振正常。另外可以用开关机方法测量，如果用手捏住万用表表笔去接触晶振的一个脚时，主板能开机，在接触另一个脚时能关机，说明晶振损坏。

2.5　主板开机电路实训

主板开机电路的实训以 DVR G41 主板为例来进行讲解。

2.5.1　开机电路数据测试

1. ATX 电源插座测试

DVR G41 主板 ATX 电源插座如图 2-24 所示。

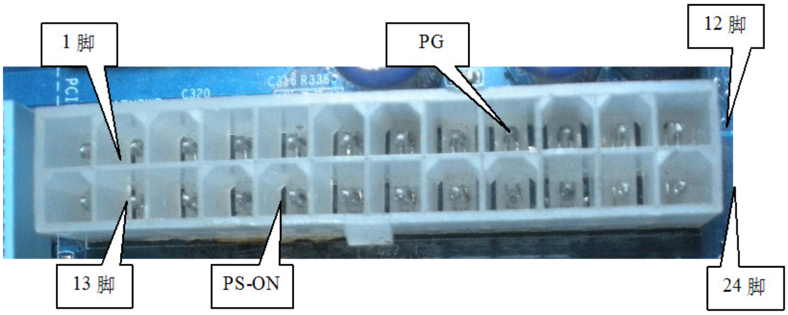


图 2-24　ATX 电源插座

（1）　开机前电压测试。

测试 ATX 电源的各个引脚待机电压，并将测量结果填入表 2-4 中。

表 2-4　主板待机时 ATX 电源供电情况

引 脚 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
电压（V）												
电阻值（Ω）												
引 脚 号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
电压（V）												
电阻值（Ω）												

（2）　开机后电压测试。

测试 ATX 电源正常工作时的输出电压。并将测量结果填入表 2-5 中。

表 2-5　主板工作时 ATX 电源供电情况

引 脚 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
电压（V）												
电阻值（Ω）												
引 脚 号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
电压（V）												
电阻值（Ω）												

2.　开机电路测试点

（1）　CMOS 跳线上的电压。

CMOS 电池的电压可以通过测试电池或者测试 CMOS 跳线上的电压来测量。测量如图 2-25 所示。并将结果填入表 2-6 中。

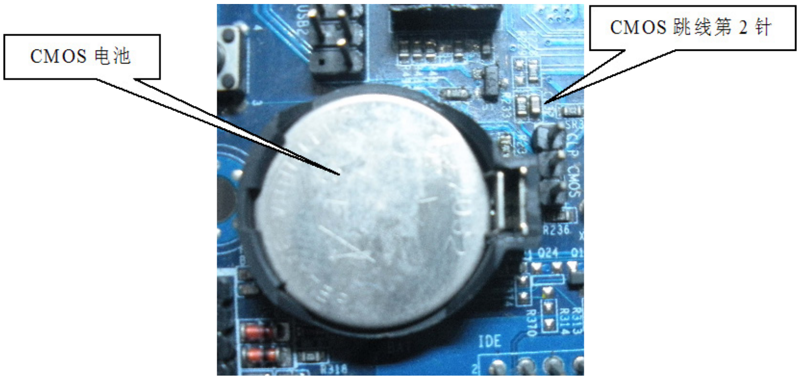


图 2-25　CMOS 电压测量

表 2-6　开机电路测试点（待机时）

测 试 点	测试点电压（单位 V）	对地电阻值（Ω）
CMOS 跳线（CMOS 电池）电压		
32.768 kHz 晶振引脚 1 电压		
32.768 kHz 晶振引脚 2 电压		
LM1117 输入端电压		
LM1117 输出端电压		
开机跳线上的电压		
W83627DHG（I/O）芯片第 67 脚电压		
W83627DHG（I/O）芯片第 68 脚电压		
W83627DHG（I/O）芯片第 72 脚电压		
W83627DHG（I/O）芯片第 73 脚电压		

（2）　实时晶振的频率和谐振电容器上的电压和电压差。

32.768 kHz 时钟信号的测试可以通过用示波器或频率计直接测量 32.768 kHz 晶振来测量，用电压表来测量实时时钟晶振的两个引脚的电压，电压测量如图 2-26 所示，并将测量结果填入表 2-6 中。

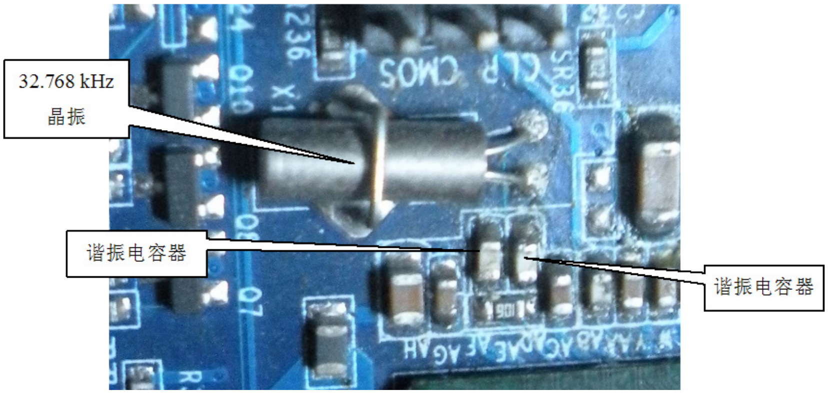


图 2-26　实时时钟信号电压测量

（3） 低压差三端稳压器 1117 输出端 3.3 VDUAL 电压。

3.3 VDUAL 电压由 ATX 电源的 5 VSB 电压输出后经 U7（LM1117—3.3）直接转换后得到，为待机电路提供电压，随时做好计算机的开机准备工作。这个电压正常是主板能够正常待机和开机的前提条件，是在对主板不能开机时必须要测量的一个电压。3.3 VDUAL 电压的测量直接用万用表的直流电压挡对 LM1117 的第 2（4）脚进行测量即可。测量电路如图 2-27 所示，测量结果填入表 2-6 中。

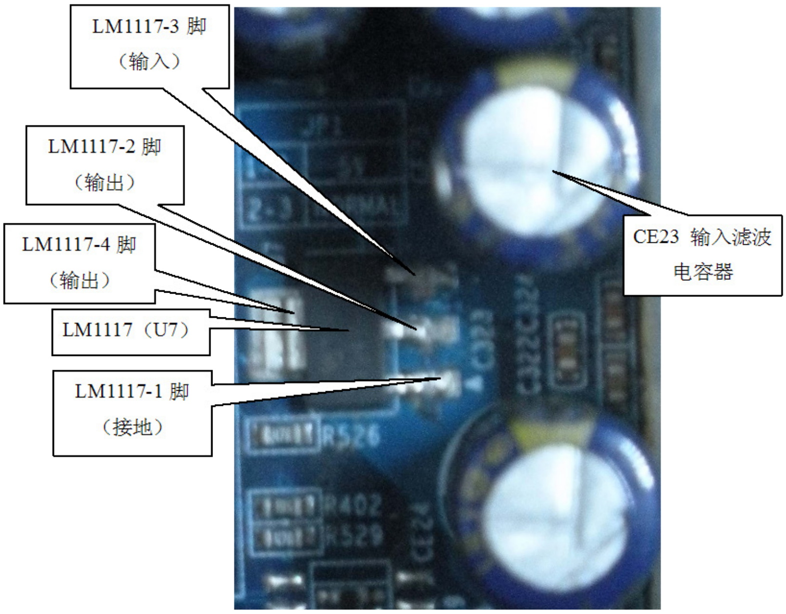


图 2-27 3.3 VDUAL 电压测量电路

（4） PW-ON 跳线。

PW-ON 跳线接计算机机箱上的开关键，用来控制计算机的开机和关闭。开关跳线上电压的测量时对开机电路进行维修时的一个常用测试点，对于不同的主板，这个电压时不同的，普遍的电压是在 3.3 V 及以上，但也有部分计算机主板的这个电压在 1 V 左右，对 PS-ON 跳线的测量可以直接用万用表直流电压挡测量跳线上的电压。测量电路如图 2-28 所示。并将测量结构填入表 2-6 中。

（5） I/O 开机触发的输入输出端。

Intel G41 主板的开机触发由 I/O 芯片和南桥芯片共同组成，开机键的开机信号输入 I/O 芯片后，经过南桥和 I/O 芯片处理后由 I/O 芯片来控制 ATX 电源的 PS-ON 引脚电压的高低来实现计算机的开机和关机功能。

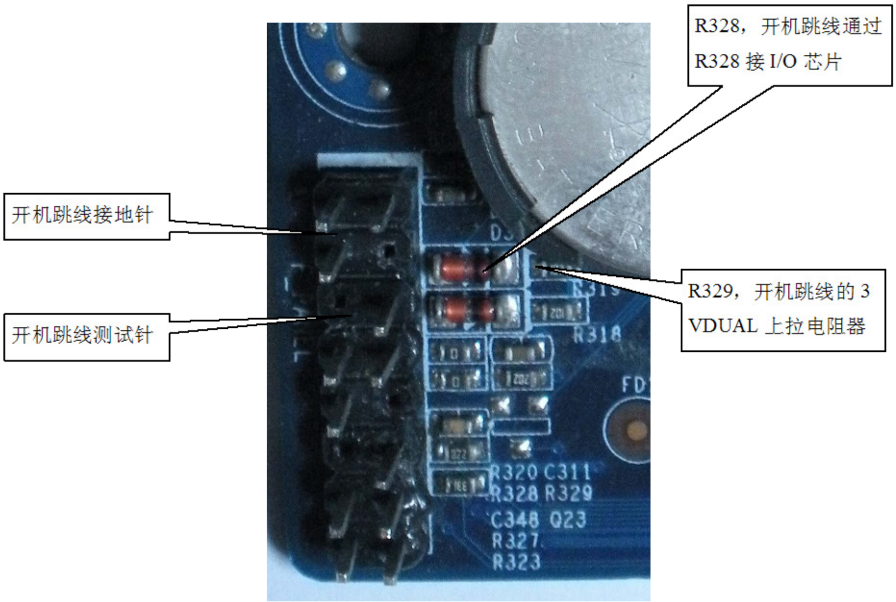


图 2-28　PS-ON 跳线的测量

I/O 芯片的第 68 脚是开机信号输入端，然后由第 67 脚输出到南桥芯片，南桥芯片处理后在输出到 I/O 芯片的第 73 脚，最后由 I/O 的第 72 脚输出到 ATX 电源的 PS-ON 端（第 16 脚）。I/O 芯片开机部分电路的测量如图 2-29 所示。并将测量结果填入表 2-6 中。

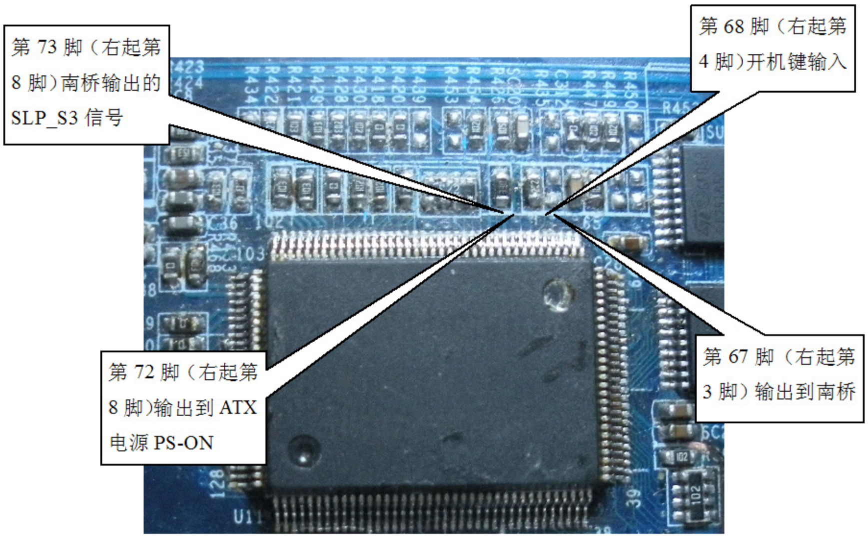


图 2-29　I/O（W83627DHG）芯片电路的测量

2.5.2 开机电路故障模拟

1. 开机电路易坏元器件

在 DVR G41 主板中的易坏元器件包括：

（1） 实时时钟振荡电路中的 32.768 kHz 晶振、谐振电容器 C225、C226。

（2） 计算机开机键到 I/O 芯片线路中的 R328。

（3） 为计算机开机键提供 3 VDUAL 电源的电阻器 R329。

（4） 南桥芯片损坏。

（5） I/O 芯片（W83627DHG）损坏。

（6） ATX 电源输出的 5 V、3.3 V、12 V 短路，包括电源输出电路上的电容，主要是电源输出电路上所接的芯片：集成声卡，网卡、I/O 芯片、GD75232 等芯片烧坏。

2.5.3 开机电路故障维修

1. 主板开机电路常见故障现象

（1） 无法为主板加电。

（2） 开机后，过几秒钟就自动关机。

（3） 无法开机

（4） 无法关机。

（5） 主机通电后自动关机。

2. 造成开机电路故障的原因

（1） 主板某元器件短路。

（2） CMOS 跳线跳错。

（3） 南桥旁边的晶振或谐振电容器损坏。

（4） 南桥供电电路中的 1117 损坏。

（5） I/O 芯片损坏。

（6） 南桥损坏。

3. 主板开机电路常见故障

（1） 当按下主机电源开关时，不开机，指示灯不亮。

故障分析：造成这种故障的原因主要有 3 个方面：

① 电源插板没电；

② 电源损坏；

③ 主板开机电路故障。

解决方法：首先排除电源插板的原因。接着检查电源，电源可能是第 9 脚输出的 SB5 V 电压太低，导致主板开机电路无法工作。可以用万用表通过空载测试 SB5 V 电压，一般小于 4.5 V 电压可能有问题，然后再带载测试 SB5 V 电压，如果电压被拉得太低，就很有可能是因为电源长期使用老化，带载能力下降，这时需要检查电源内部是否正常。

最后检查主板开机电路故障的原因。

① 检测主板 CMOS 跳线是否安装正确。

② 测量南桥供电的稳压器 1117 输出的电压是否为 3.3 V，如果不是，则可能是稳压器 1117 损坏，更换即可。

③ 测量电源开关上的电压是否为 3.5 V 左右，如果不是，则检测电源插座的第 9 脚到电源开关之间线路中的故障元器件。

④ 检测主板上的实时时钟晶振和谐振电容器是否正常，可以测量晶振两脚对地阻抗，晶振对地阻抗应基本一致，若相差太大则晶振或谐振电容器有问题，先测两个谐振电容是否正常，若正常则晶振损坏，更换晶振即可。

⑤ 测量在按下松开电源开关时，电源 PS-ON 电压是否有变化，如果没有变化，则南桥或 I/O 损坏，如果有损坏更换损坏元器件。

（2） 计算机开机后，过几秒钟就自动关机。

故障分析：计算机能开机，说明开机电路被触发，向电源的 PS-ON 引脚发送了信号使得电压被拉低，而过几秒又自动关机，说明开机电路又被触发，向电源 PS-ON 发送了高电平信号。而开机电路的触发信号时由 I/O 芯片发送的，所以可能是 I/O 芯片损坏。

解决方法：用替换法检测 I/O 芯片是否正常，如果更换 I/O 芯片后故障解决则故障就是 I/O 芯片，否则检测开机电路中的所有电容器，直到找出故障元器件并更换。

（3） 计算机在接上电源线后就自动开机，但无法关机。

故障分析：计算机开机的条件是电源的 PS-ON 信号被拉低，这台计算机接上电源线后自动开机，说明电源的 PS-ON 始终处于低电压状态。所以电源一直保持工作状态，计算机无法实现关机。

解决方法：将 I/O 芯片更换即可。

2.6　本章练习题

一、选择题

1．主板开机电路工作后，将 ATX 电源的第__________脚高电位拉低，出发电源工作，使电源各针脚输出相应电压，提供正常的供电。

A. 9　　　　B. 8

C. 14　　　　D. 1

2.下列哪些可能会造成开机电路故障___________。

A. 南桥损坏

B. 电源 PS-ON 脚经过的三极管和二极管损坏

C. 南桥旁边的晶振或谐振电容器损坏

D. 开机电路中的门电路损坏

二、填空题

1．开机电路主要由______________________________组成。

2．开机键在开机电路中的作用是______________________________。

3．I/O 芯片在开机电路中的作用是______________________________。

4．主板开机电路的工作条件是______________________________。

5．主板开机电路是主板的重要组成电路，它的主要任务是控制____________________设备给主板输出电压，使主板正常工作。

6．主板开机电路的易坏元器件有______________________________。

三、简答题

1．Intel 芯片组一般开机触发工作过程是什么？

2．VIA 芯片组一般开机触发工作过程是什么？

3．SIS 芯片组一般开机触发工作过程是什么？

4．AMD 芯片组一般开机触发工作过程是什么？

5．按下电源开关后，对计算机不开机的故障应如果检修？

第 3 章　主板时钟电路结构原理及故障检修

3.1　主板时钟电路的构成

主板时钟电路的作用是产生一个频率为 14.318 MHz 的时钟基准频率，在此基础上产生计算机各个设备、芯片工作的时钟信号。这类似学校的上课铃声，在上课铃响之后，学生、教师进入教室，然后开始上课，这“铃声”就是时钟信号，教师、学生才能按照时间有序完成各自的任务。

3.1.1　时钟发生器

主机 ATX 电源或主板电压调节器提供 3.3 V 或 2.5 V 的电源给晶体振荡器，晶体振荡电路产生 14.318 MHz 的时钟频率，经过时钟信号发生器锁相环电路分频和驱动电路放大形成 PCI、ISA、AGP、PCI-E 和内存插槽等个插槽的时钟信号，以及 CPU、南桥、北桥、I/O 等芯片的时钟信号。时钟电路实物图如图 3-1 所示。

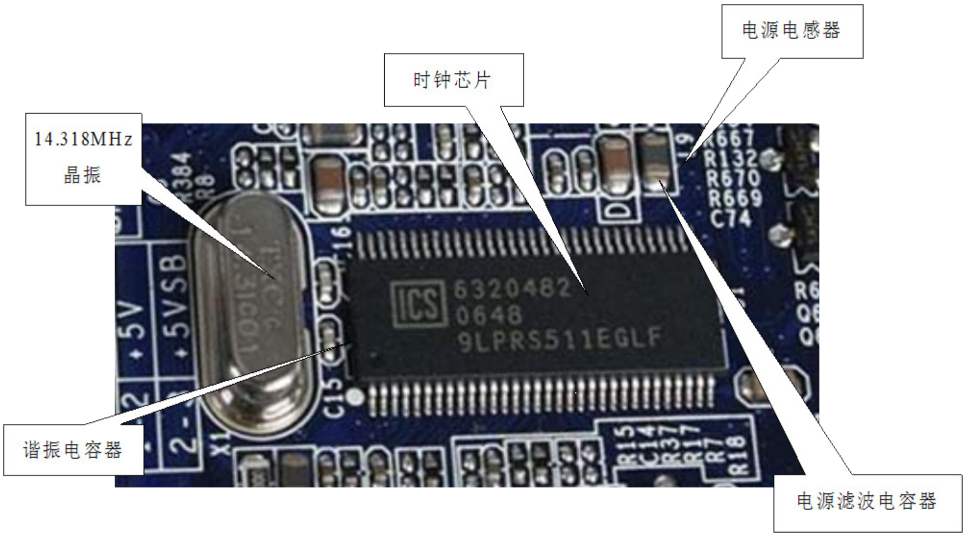


图 3-1　时钟电路实物图

主板时钟电路主要由时钟发生器芯片，14.318 MHz 晶振，电容器，电阻器和电感器等组成。

时钟发生器 IC 与 14.318 MHz 晶振相连，这是寻找时钟电路的标志，时钟发生器集成了时钟发生器、时钟分频器和驱动电路，为 CPU、各总线插槽、芯片提供一个固定的、匹配的时钟信号，使电脑各部件有序地工作。

时钟发生器常用芯片有：

ISL9LPRS919、ICS953002DFLF、RTM880N、ICS950917、ISL9LPRS906、ISL9LPRS600、ICS950405。

3.1.2 时钟芯片说明

时钟发生器芯片的品牌主要有 IC、ICS、Winbond、PhaseLike、IMI、C-Media、RealTek 等几种，图 3-2 所示为 RealTek 的 RTM885T—926 型时钟芯片。它主要起着放大频率和缩小频率的作用，内部有一个振荡器和多个分频器，通过分频器将晶振产生的 14.318 MHz 频率脉冲信号放大或缩小成不同大小的时钟频率，提供给主板的各个部件。时钟发生器芯片只有和晶振组合后才能在主板上起作用提供时钟信号。

图 3-2 RTM885T—926 型时钟芯片

时钟发生器的工作条件是：

1. 有供电

时钟发生器芯片的供电基本上都是经过贴片电感器进入时钟发生器芯片的。时钟发生器芯片的供电一般有 1 组或 2 组，如果是 1 组则为 3.3 V 供电，如果是 2 组则为 3.3 V 和 2.5 V 供电。

2. 有 PGOOD 信号

PGOOD 信号是由 ATX 电源插座第 8 脚输出的，然后进入时钟发生器芯片的内部。电源的 PGOOD 信号基本上都是通过时钟发生器芯片旁边的电阻值较大的电阻器进入时钟芯片。

当供电与 PG 信号都正常后，时钟发生器芯片开始正常工作，然后把 14.318 MHz 晶振送来的时钟频率放大或缩小后输出给主板上的 CPU、芯片组、扩展插槽等。

3.1.3 14.318 MHz 晶振

14.318 MHz 晶振其实是一个频率产生器。它主要把传进去的电压转换为频率信号输送给主板上的相应部件。主板上常见的时钟晶振有 14.318 MHz（主时钟）与 32.768kHz（南桥旁边的时钟）等。图 3-3 所示为 14.318 MHz 晶振实物外形。

图 3-3 14.318 MHz 晶振实物外形

3.2　主板时钟电路工作原理

3.2.1　时钟电路的构成

时钟电路用来产生主板、CPU 和外部设备所需要的多种时钟信号，有 SystemClock（系统时钟）、CPU 时钟、USB 时钟、SuperI/O 时钟、内存时钟、PCI 时钟和 PCI-Express 时钟等时钟信号，外部设备所需要的时钟信号是由接口电路通过插接件连接的，这些时钟信号都是以 14.318 MHz 的时钟基准频率为标准，通过倍频电路产生的。

1. 电脑主板时钟信号

Intel G43 的时钟信号分布图如图 3-4 所示。

各设备需要说明的时钟信号如下。

（1） SystemClock 时钟，即系统时钟，供主板上的芯片和设备使用，其频率和基准频率均为 14.318 MHz，此信号频率由时钟晶体决定，不能改变。

（2）CPU 时钟。时钟电路提供给 CPU 的时钟频率称为外频，常见的外频有 200 MHz、266 MHz、333 MHz 等几种，在 Pentium4 出现之前和 Pentium4 早期，CPU 的外频和 CPU 的前端总线频率都称为 CPU 的外频。后来，采用了 QDR（Quad Date Rate）技术，或者其他类似的技术使 CPU 的前端总线频率是 CPU 的外频的 2 倍、4 倍或者 5 倍等。

CPU 连接到北桥芯片的总线，称为前端总线频率 FSB（Front Side Bus），是 CPU 的输入频率，目前有 1066 MHz、1333 MHz，甚至更高，前端总线的频率越来越高，表示 CPU 与北桥芯片之间的数据传输能力越强，有利于发挥 CPU 的潜能，由于 CPU 的前端总线频率是固定的，如果主板的总线频率达不到 CPU 的前端总线频率，CPU 的潜能就不能充分发挥或者不能支持该 CPU。

CPU 主频=外频×倍频（MHz）；

Intel CPU 前端总线=外频×4（MHz）；

AMD CPU 前端总线=外频×2（MHz）。

（3） PCI 总线时钟。PCI 总线插槽上的声卡、网卡和 SCSI 控制卡等设备使用的时钟信号。PCI 总线时钟与外频存在固定的比例关系，一般 PCI 总线时钟频率 33 MHz。

（4）ICH 南桥除自身的振荡时钟频率 32.768 kHz 以外，时钟电路还提供 14.318 MHz、33 MHz、48 MHz、66 MHz 的外部时钟信号。

（5） PCI Express 总线时钟。PCI Express 分为 1X 和 16X，其中 PCI Express 1X 总线提供给声卡、网卡、USB 扩展卡等外部设备使用，PCI Express 16X 总线由显卡使用。PCI Express 总线的时钟频率为 100 MHz。

（6）时钟电路提供 GMCH 北桥芯片 96 MHz、100 MHz、200 MHz、266 MHz、333 MHz 等多种时钟信号（不同的 CPU 有所不同）。

（7） DIMM 内存时钟由北桥提供，为 133 MHz、166 MHz、200 MHz 等（内存不同频率也有所不同）。

（8） LAN 网络连接时钟为 100 MHz。

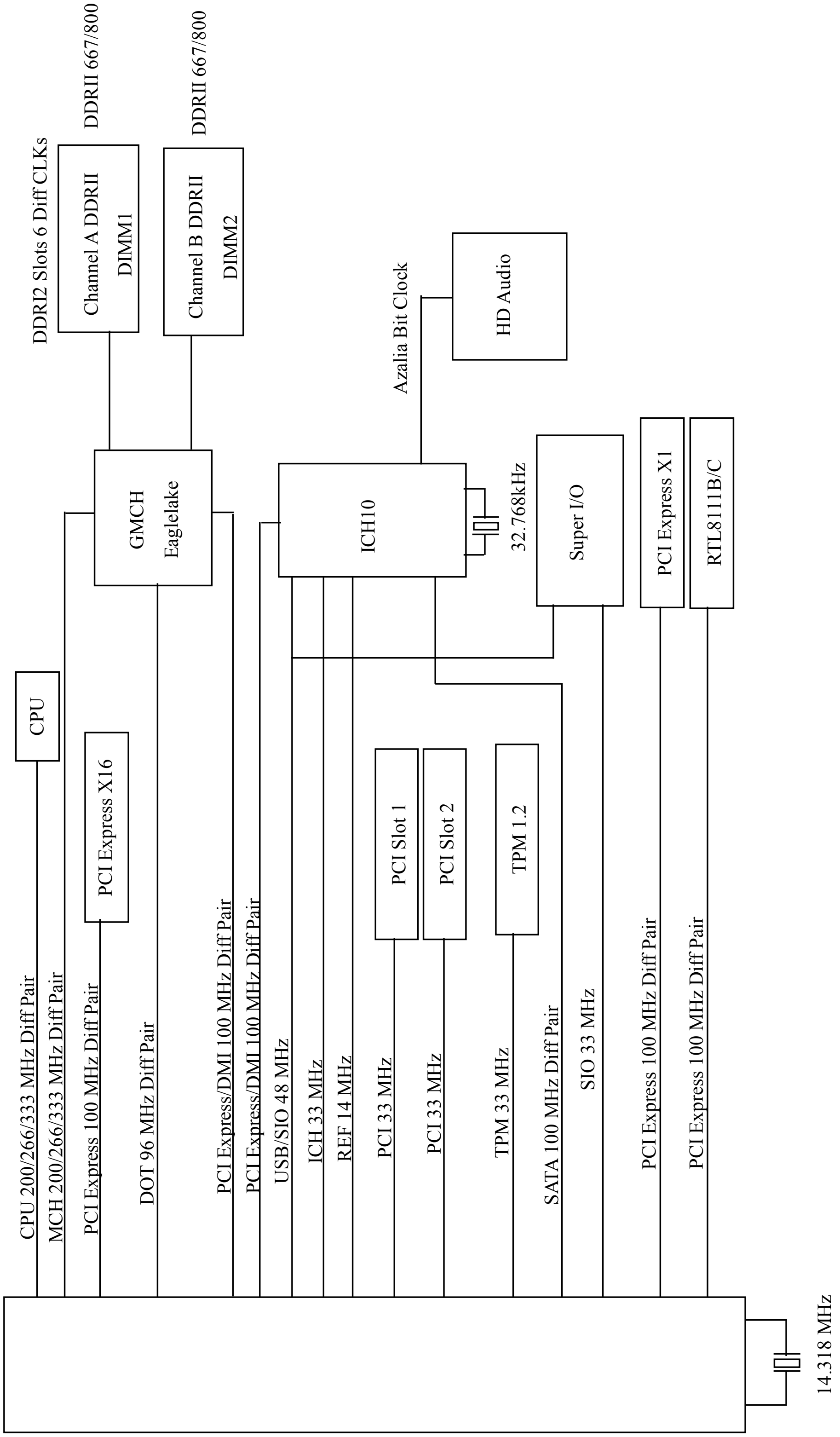


图 3-4 G43M01S1 主板时钟分布图

（9）　Audio 音频时钟。除了自身振荡时钟频率 24.5 MHz 以外，还需要南桥提供时钟信号。

（10）　SIO 输入/输出芯片需要的时钟信号频率为 33 MHz、100 MHz（由时钟电路提供）和 32.768 kHz（南桥提供），SIO 输入/输出电路提供给设备的时钟频率固定为 24 MHz。

（11）　TPM1.2 模块时钟。由时钟芯片提供，频率为 33 MHz。

2.　时钟电路

晶体是时钟电路的标志，凡时钟电路都有一个晶体，它决定时钟信号的频率。随着主板的发展，晶体的频率有所提高。时钟电路实物图，如图 3-5 所示。

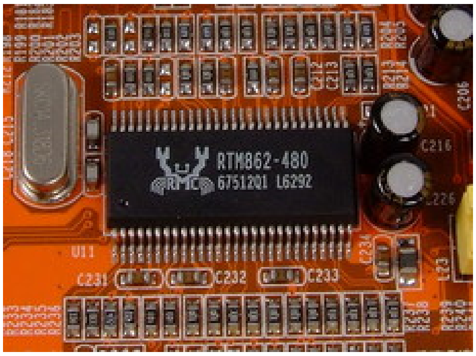


图 3-5　时钟电路实物图

3.　典型时钟电路分析

图 3-6 所示为 Intel H61 主板时钟电路。

Intel H61 主板的时钟电路没有独立的时钟芯片电路，直接由 PCH H61 芯片组的一部分电路来完成。其供电直接使用 PCH 的芯片供电，系统时钟晶体也改为 25 MHz，而不是采用通常所使用的 14.318 MHz 晶体。

（1）　振荡电路：25 MHz 晶体振荡、晶体两端分别接 27 pF 的谐振电容器。

（2）　时钟电路输出端。

CPU 时钟输出：由-CLK_CPU 和 CLK_CPU 输出给 CPU。

PCI 总线时钟：LPC33 输出给 SIO，PCH33 输出给 PCH。

PCI ExpressX1 总线时钟：分别由-SRCCLK0、SRCCLK0，-SRCCLK1、SRCCLK1，-SRCCLK2、SRCCLK2 输出。

PCI ExpressX16 总线时钟：由-SRCCLKA、SRCCLKA 输出。

LAN 时钟：由 SRCCLK3 和-SRCCLK 输出到千兆位网卡。

SIO 时钟：LPC33-33 MHz，SIO 上的 PCI 总线时钟信号；LPCCLK48-48 MHz，SIO 上所使用。

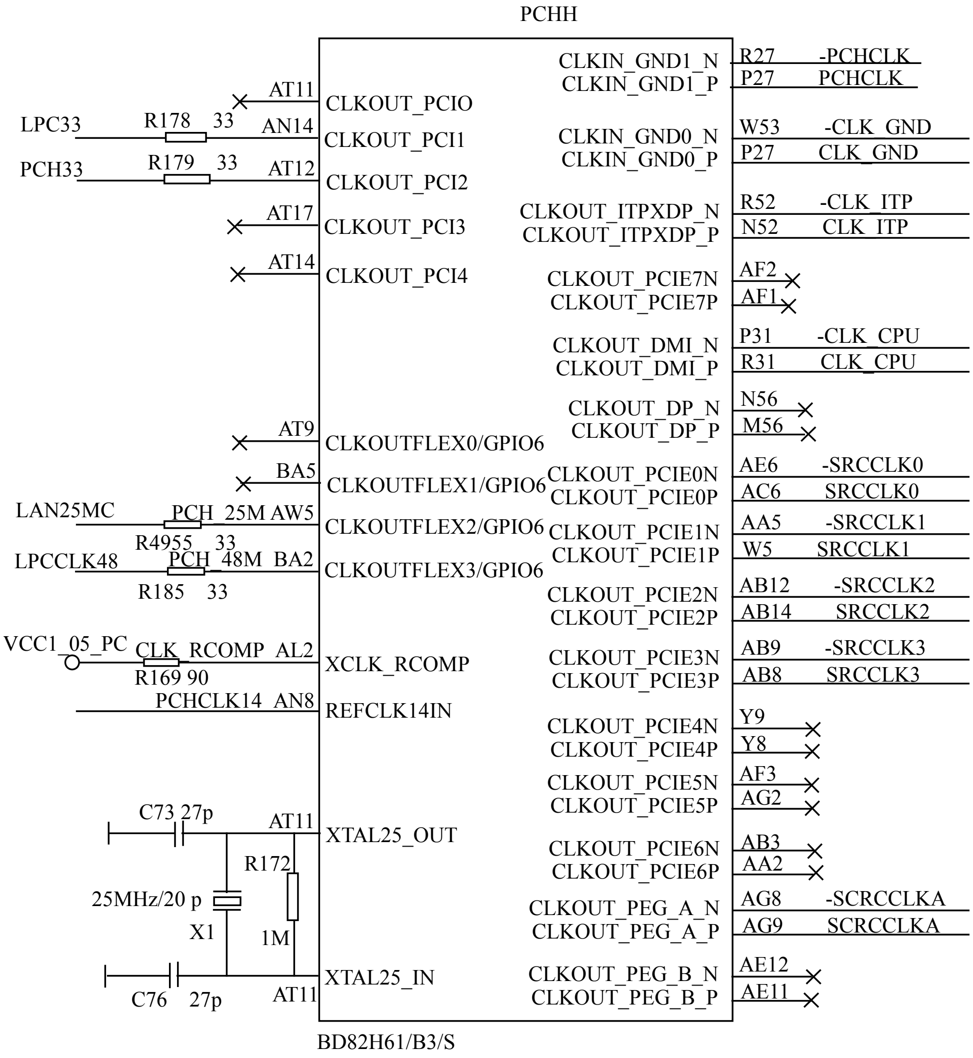


图 3-6 Intel H61 主板时钟电路

图 3-7 所示为 Intel H55 主板上由 RTM885N 构成的时钟电路。

该时钟电路采用 RTM885N 作为时钟芯片。第 1、11、14、18、24、30、36、43、48、52、55、63、69、73 脚为 GND，即接地脚。第 7、8、17、27、31、49、50、53、60、66 脚为 VDD，即电源输入端，供电电源为 3 V。第 67、68 脚外接 14.318 MHz 晶振。第 9、6、5 脚为 CPU 时钟频率控制端。第 70 脚控制 DOTCLK 时钟为 96 MHz 还是 100 MHz。第 10 脚控制第 10 脚输出为 24 MHz 还是 48 MHz。第 3 脚控制的是时钟电路是否工作。

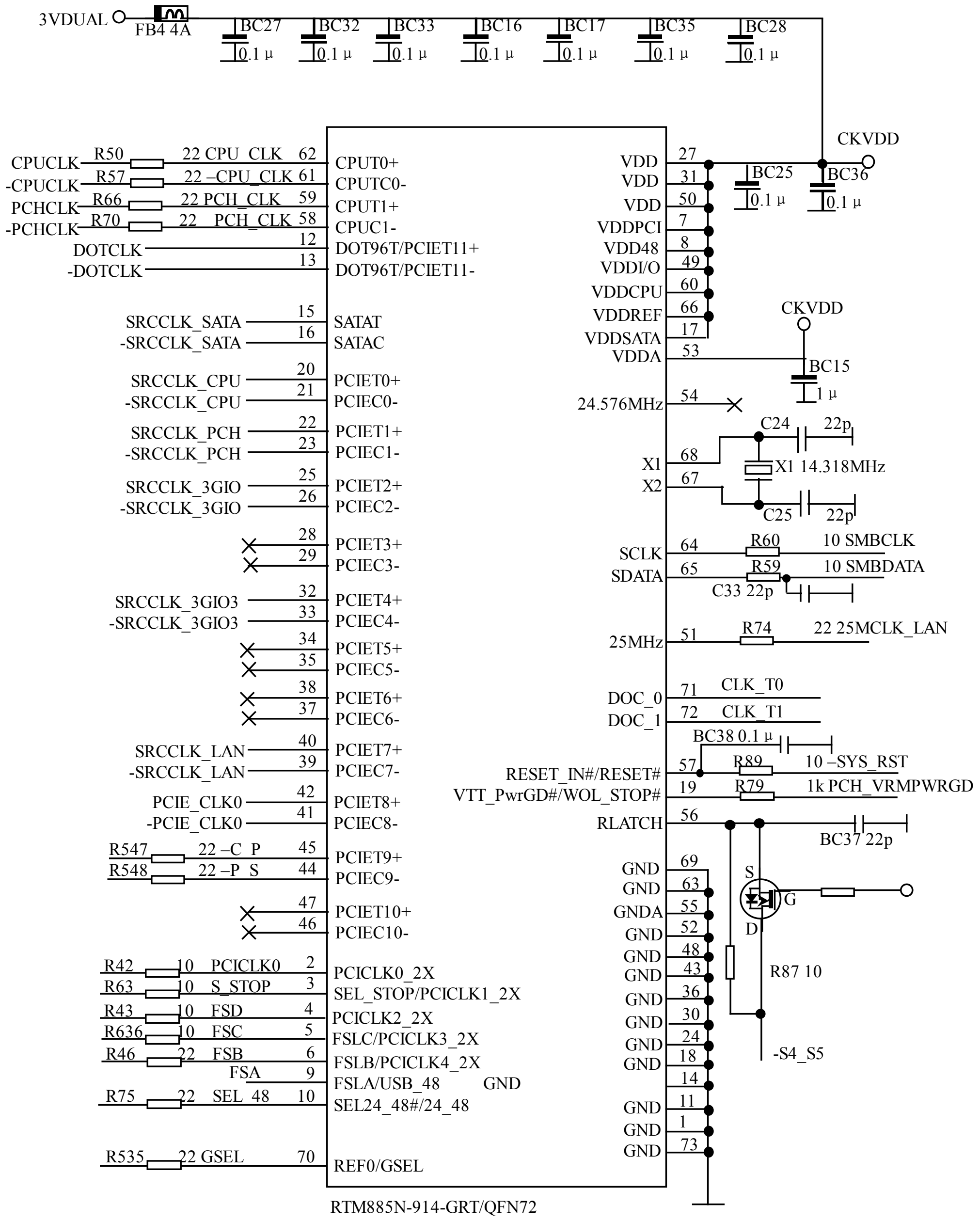


图 3-7　Intel H55 主板上由 RTM885N 型芯片构成的时钟电路

（1） 电源供电。

有 3 V 电源经过保险电阻器 FB4 之后，再由 BC27、BC32、BC33、BC16、BC17、BC35、BC28、BC36、BC25、BC15 滤波后给时钟芯片提供电源，电源分为 VDD（时钟芯片电源）、PCIVDD（PCI 时钟电路部分电源）、VDD48（48 MHz 电路部分电源）、VDDUI/O（IO 时钟电路部分电源）、VDDCPU（CPU 时钟电路部分电源）、VDDREF、VDDSATA（SATA 时钟电路部分电源）、VDDA（模拟电路电源）等几部分。

（2） CPU 时钟频率选择。

由 FSA（第 9 脚）、FSB（第 6 脚）、FSC（第 5 脚）和 FSD（第 4 脚）来共同控制时钟芯片输出的 CPU 时钟信号的频率。本电路只使用的 FSA、FSB、和 FSC 三个引脚。表 3-1 所示为 FSA、FSB、FSC 与 CPU 的时钟频率关系。

表 3-1 CPU 时钟频率

FSC	FSB	FSA	CPU
0	0	0	266 MHz
0	0	1	133 MHz
0	1	0	200 MHz
0	1	1	166 MHz
1	0	0	333 MHz
1	1	0	400 MHz

（3） DOTCLK 选择。

由第 70 脚来控制 DOTCLK 的频率。当为高电平时 DOTCLK 输出 96 MHz，当为低电平时 DOTCLK 输出为 100 MHz。

（4） 24 或 48 MHz 选择。

由第 10 脚自己控制第 10 的输出频率为 24 MHz 或者 48 MHz。当为高电平时输出 24 MHz，当为低电平时输出为 48 MHz。

（5） 复位信号。

由第 57 脚输入。

（6） VTT_PWRGD/PD#/WOL_STOP#信号。

即 POWERGOOD 信号，由 PCH 输出到时钟芯片的第 19 脚。

（7） EUP 功能。

SLP_S4 信号当计算机挂起时，发出这个信号，这个信号由 PCH 发出，经 Q8 传到时钟芯片的第 56 脚，当该信号有效时，时钟芯片将关闭以减小整个计算机系统的功耗，实现 EUP 功能。

（8） 时钟信号输出端。

CPU 时钟信号输出：由第 61、62 脚输出 CPUCLK 和-CPUCLK 信号到 CPU。

PCH 时钟信号输出：由第 58、59、6、70 脚输出 PCHCLK 和-PCHCLK、PCH33、PCHCLK14 信号到 PCH。

DOT 时钟信号输出：由第 12、13 脚输出 DOTCLK 和-DOTCLK 信号到 PCH。

SATA 时钟信号输出：由第 15、16 脚输出 SRCCLK_SATA 和-SRCCLK_SATA 信号到

PCH。

DMI 时钟总线信号输出：由第 22、23 脚输出 SRCCLK_PCH 和-SRCCLK_PCH 信号出到 PCH。由第 20、21 脚输出 SRCCLK_CPU 和-SRCCLK_CPU 信号到 CPU。

PCI Express X16 总线时钟信号输出：由第 25、26 脚输出 SRCCLK_3GIO 和-SRCCLK_3GIO 信号到 PCI Express X16 插槽。

PCI Express X4 总线时钟信号输出：由第 32、33 脚输出 SRCCLK_3GIO3 和-SRCCLK_3GIO3 信号到 PCI Express X4 插槽。

千兆位网卡时钟信号输出：由第 39、40、51 脚输出 SRCCLK_LAN 和-SRCCLK_LAN、25MCLK_LAN 信号到 RTL8111D 集成网卡芯片。

PCI Express X1 总线时钟信号输出：由第 41、42 脚输出 PCIE_CLK0 和- PCIE_CLK0 信号到 PCI Express X1 插槽。

PCI 总线时钟信号输出：由第 2、4 脚输出 PCLK0、PCLK1 到 PCI 插槽。

SIO 芯片时钟信号：由第 3、10 脚输出 LPC33、LPCCLK48 到 SIO 芯片。

SMB 总线：第 64、65 脚分别为 SMB 总线的 SCLK 和 SDATA。

3.2.2　主板时钟电路工作原理

以 DVR G41 主板为例来讲解时钟电路的工作原理。DVR G41 主板采用 Integrated Circuit Systems 公司（美国集成电路系统公司）的 ICS954119 型芯片作为时钟芯片，采用的晶振频率为 14.318 MHz。由 ICS954119 型芯片组成电路方框图如图 3-8 所示。

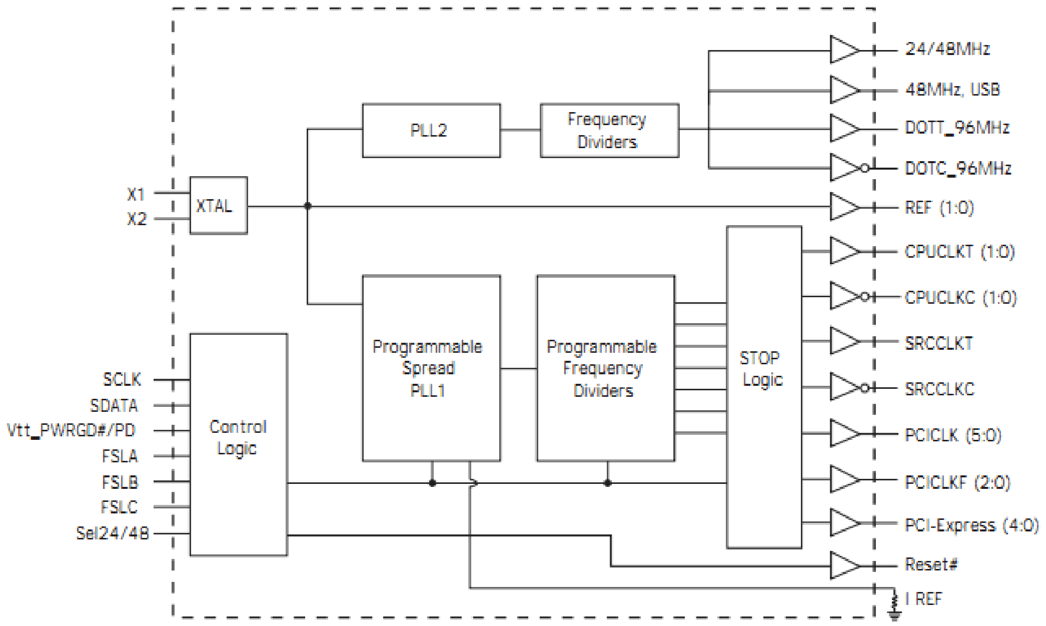


图 3-8　由 ICS954119 型芯片组成电路方框图

表 3-2 所示为 ISL984119 型芯片引脚功能，表 3-3 所示为 CPU 时钟频率设置。图 3-9 所示为 DVR G41 主板的时钟电路原理图。

CPU 前端总线设置：

FSC：FSB：FSA=000 时前端总线 FSB=1066 MHz；

FSC：FSB：FSA=001 时前端总线 FSB=533 MHz；

FSC：FSB：FSA=010 时前端总线 FSB=800 MHz。

表 3-2　ISL984119 型芯片引脚功能

引 脚 号	名　　称	功　　能
1	GND	接地端
2	PCICLK3	PCI 时钟信号输出端 3
3	PCICLK4	PCI 时钟信号输出端 4
4	PCICLK5	PCI 时钟信号输出端 5
5	GND	接地端
6	VDDPCI	PCI 时钟信号，要求为 3.3 V
7	PCICLK_F0	PCI 时钟信号输出，不受 PCI_STOP#的影响
8	FSLA/PCICLK_F1	3.3 VPCI 时钟信号输出 CPU 时钟设置（FSA）
9	FSLB/PCICLK_F2	3.3 VPCI 时钟信号输出 CPU 时钟设置（FSB）
10	VDD48	48 MHz 时钟电源
11	**SEL24_48#/24_48 MHz	根据输入选择输出信号，当 1=24 MHz，O=48 MHz
12	USB_48 MHz	48.00 MHz 的 USB 时钟信号输出端
13	GND	接地端
14	DOTT_96 MHz	96.00 MHz DOT 时钟信号输出对
15	DOTC_96 MHz	96.00 MHz DOT 时钟信号输出对
16	VTT_PWRGD#/PD	时钟芯片使能端，低电平时时钟芯片工作，高电平时时钟芯片将停止工作
17	PCIEXT0	PCI Express 时钟输出对 0
18	PCIEXC0	PCI Express 时钟输出对 0
19	VDDPCIE	PCI Express 时钟电源，要求为 3.3 V
20	GND	接地端
21	PCIET1	PCI Express 时钟输出对 1
22	PCIEC1	PCI Express 时钟输出对 1
23	PCIET2	PCI Express 时钟输出对 2
24	PCIEC2	PCI Express 时钟输出对 2
25	GND	接地端
26	SRCCLKT	SATA 时钟输出对 4
27	SRCCLKC	SATA 时钟输出对 4
28	VDDSRC	SRC 时钟电源，要求为 3.3 V 供电
29	GND	接地端
30	PCIEXC3	PCI Express 时钟输出对 3
31	PCIEXT3	PCI Express 时钟输出对 3
32	PCIEXC4	PCI Express 时钟输出对 4
33	PCIEXT4	PCI Express 时钟输出对 4
34	VDDPCIEX	PCI Express 时钟电源
35	VDDA	PLL 电源

（续表）

引 脚 号	名　称	功　能
36	GNDA	PLL 接地端
37	IREF	
38	GND	接地端
39	CPUCLKC1	CPU 时钟输出对 1
40	CPUCLKT1	CPU 时钟输出对 1
41	VDDCPU	CPU 时钟电源，要求为 3.3 V
42	CPUCLKC0	CPU 时钟输出对 0
43	CPUCLKT0	CPU 时钟输出对 0
44	SDATA	SM 总线数据端
45	SCLK	SM 总线时钟端
46	VDDREF	XTAL 电源，一般为 3.3 V
47	X2	晶振输出端，接 14.318 MHz 晶振
48	X1	晶振输入端，接 14.318 MHz 晶振
49	GND	接地端
50	REF1	14.318 MHz 参考时钟输出
51	REG0/FLSC	14.318 MHz/3.3 V 参考信号输出，CPU 时钟设置（FSC）
52	RESET#	系统复位端，低电平有效
53	PCICLK0	PCI 时钟输出端
54	PCICLK1	PCI 时钟输出端
55	PCICLK2	PCI 时钟输出端
56	VDDPCI	PCI 时钟电源

表 3-3　CPU 时钟频率设置　（单位：MHz）

FSC	FSB	FSA	CPU	SRC	PCI	REF	USB	DOT
0	0	0	266	100	33.33	14.318	48.00	96.00
0	0	1	133	100	33.33	14.318	48.00	96.00
0	1	0	200	100	33.33	14.318	48.00	96.00
0	1	1	200	100	33.33	14.318	48.00	96.00
1	0	0	333	100	33.33	14.318	48.00	96.00
1	0	1	100	100	33.33	14.318	48.00	96.00
1	1	0	400	100	33.33	14.318	48.00	96.00
1	1	1	保留			14.318	48.00	96.00

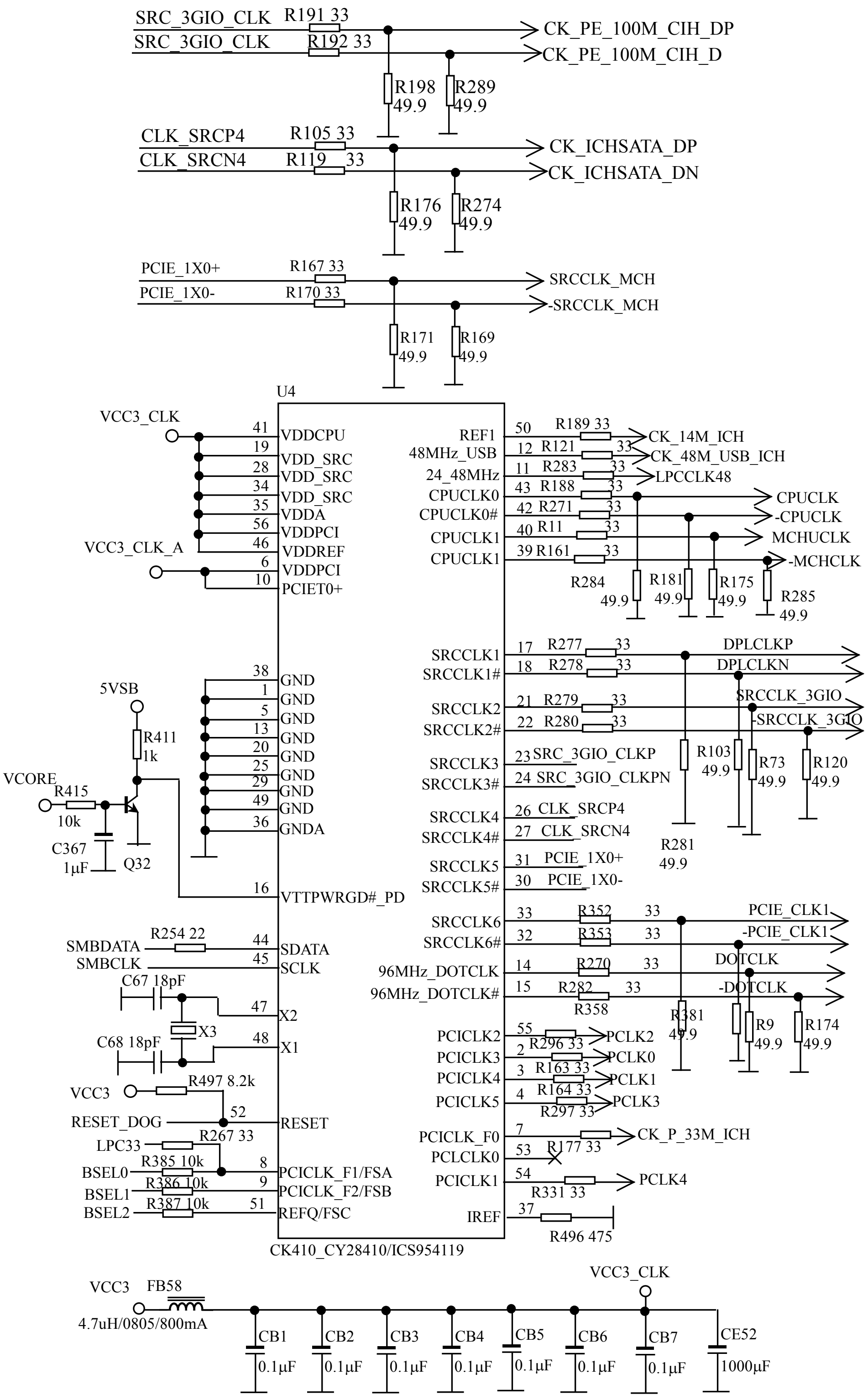


图 3-9　DVR G41 主板的时钟电路原理图

1. 时钟电路供电

时钟电路的供电共有两组：

（1） VCC3_CLK。

由 ATX 电源插座的 3.3 V 电源（橙色线）经过保险电感器 FB58 后，经 CB1、CB2、CB3、CB4、CB5、CB6、CB7、CE52 滤波后供给。分别为 CPU 时钟电路、PCI Express 总线时钟电路、SATA 时钟电路、PLL 电路、PCI 总线时钟电路、晶振振荡电路供电。

（2） VCC3_CLK_A。

由 ATX 电源插座的 3.3 V 电源（橙色线）经过保险电感器 FB3 后，经 CB13、CB14 滤波后供给。分别为 PCI 总线时钟电路、48 MHz 时钟电路供电。

2. 时钟芯片使能端

时钟芯片使能端的信号的产生过程如下：

当 CPU 核心供电正常（VCORE），只有 VCORE 经 R415 输出到三极管 Q32 的基极，使 Q32 导通，Q32 集电极为低电平，Q32 集电极电平直接输出到 ICS954119 型芯片的第 16 脚（使能端），让时钟芯片能够正常工作。

3. 14.318 MHz 晶振

14.318 MHz 晶振电路由第 47、48 脚所接的 14.318 MHz 晶振和 C67、C68 谐振电容器组成，共同产生 14.318 MHz 的系统时钟信号。

4. CPU 时钟频率设定

CPU 时钟频率的设定由第 8、9、51 脚所确定，信号来自 CPU 插座经由 R385、R386、R387 输入到时钟芯片，设定时钟芯片输出的 CPU 时钟信号的频率。

5. 时钟信号输出

（1） CPU 时钟信号输出：由第 42、43 脚经 R188、R271 输出到 CPU 插座，为 CPU 的运行提供外部时钟信号。

（2） GMCH（北桥）时钟信号输出：由第 39、40 脚经 R11、R161 输出到 GMCH（北桥）芯片，为北桥的运行提供时钟信号。

（3） 14.318 参考时钟信号输出：由第 50 脚经 R189 输出到 ICH（南桥），为南桥芯片模块提供时钟信号。

（4） USB 时钟信号输出：由第 12 脚经 R121 输出到南桥芯片，为南桥的 USB 电路提供时钟信号。

（5） 48 MHz 时钟信号输出：由第 11 脚经 R283 输出 I/O 芯片（W83627DHG），为 I/O 芯片的运行提供时钟信号。

（6）PCI Express X16 时钟信号输出：由第 21、22 脚经 R279、R280 输出到 PCI Express X16 插座的 A13、A14 引脚，为 PCI Express X16 插槽提供时钟信号。

（7）SATA 时钟信号输出：由第 26、27 脚经 R105、R119 输出到南桥，为南桥的 SATA 接口电路提供时钟信号。

（8） PCI Express 接口时钟信号输出：由第 30、31 脚经 R167、R170 输出到北桥，为

北桥的 PCI Express 接口电路提供时钟信号。

（9） PCI Express X1 时钟信号输出：由第 32、33 脚经 R352、R353 输出到 PCI Express X1 插座的 A13、A14 引脚，为 PCI Express X1 插槽提供时钟信号。

（10） DOTCLK 时钟信号输出：由第 14、15 脚经 R270、R282 输出到北桥，为北桥的 VGA 接口电路提供时钟信号。

（11） PCI 插槽时钟信号：由第 2、3、4、55 脚经 R296、R163、R164、R297 输出到 PCI 插槽的 B16 引脚，为 PCI 插槽提供时钟信号。

（12） PCI 接口时钟信号输出：由第 7 脚经 R177 输出到南桥芯片，为南桥芯片的 PCI 接口电路提供时钟信号。

（13） DMI 总线时钟信号输出：由第 23、24 脚经 R191、R192 输出到南桥芯片，为南桥的 DMI 总线提供时钟信号。

6. 时钟电路工作过程

当计算机开机后，ATX 电源的 3.3 V 经 FB58 和 FB3 分别给时钟电路提供所需的 3.3 V 电源，CPU 电路工作后产生 CPU 的主供电电压 VCORE，VCORE 通过 Q32 将时钟芯片的第 16 脚电压拉低，时钟电路开始工作，

在开机的同时，14.318 MHz 晶振电路开始工作产生 14.318 MHz 的时钟信号。

在以上条件均正常之后，实时电路内部的 CPU 时钟电路、PCI 时钟电路、SATA 时钟电路、PCI Express 时钟电路等均开始正常运行，时钟开始向外提供计算机主板所需的各种时钟信号。

3.2.3 时钟发生器工作条件

DVR G41 主板时钟电路正常要工作所需的条件有三个：

（1） VCC3_CLK 电压和 VCC3_CLK_A 电压正常供电，即时钟芯片 ICS954119 型芯片所需的各种电压供电正常。

（2） 14.318 MHz 晶振正常启振。只有当有了 14.318 MHz 的时钟信号之后，其他的 CPU 时钟信号、PCI Express 时钟信号、北桥芯片时钟信号等才在 14.318 MHz 信号的基础上经过分频和倍频来产生。

（3） 时钟芯片使能端为低电平。

只有当时钟芯片的使能端（VTTPWRGD#_PD）引脚为低电平时，时钟芯片才能整个工作，否则，时钟芯片虽然晶振启振，但没有主板所需的时钟信号输出。

3.2.4 时钟电路故障检测

时钟电路故障现象：由于正常时不插 CPU 和内存，只要供电正常的主板，CLOCK 时钟指示灯就为常亮，因此当插上诊断卡后，发现主板供电正常，而 CLOCK 时钟指示灯不亮，这时就需要检测和维修时钟电路。

时钟信号要求：时钟总线的对地电阻值在 500～1500 Ω之间，总线直流电压为电源供电的 1/2，总线的时钟波形幅度大于 2 V。

1. 时钟电路故障判断

时钟电路若出现故障，电脑仍能正常开机和关机，风扇也能正常转动，但 CPU 不工作。

- 只要是空板（无 CPU、内存等），接通电源后主板诊断卡的 CLK 指示灯就应常亮，否则 CLK 时钟电路损坏。应注意，部分便宜的主板诊断卡 CLK 指示灯可能本来就不亮。
- CLK 时钟电路损坏时，所有 CLK 时钟电路提供的时钟信号全无。
- 只要有一路时钟信号正常，就说明时钟电路是正常的。
- 基本时钟电路正常时，若某路时钟信号没有，说明该线路本身有故障。

2. 主板时钟电路易损坏的元器件

主板时钟电路易损坏元器件主要有 33 Ω或 0 Ω电阻器、电感器、滤波电容器、14.318 MHz 晶振、谐振电容器和系统时钟芯片等。

3. 主板时钟电路主要故障检测点

故障检测点 1：滤波电容器

这里的滤波电容器主要是 10 pF 的电容器。滤波电容器损坏可能导致无法正常为系统时钟芯片供电，使系统时钟芯片无法工作或工作不稳定，判断电容器好坏的方法为：先观察电容器有无鼓包或烧坏，接着将万用表挡位开关转至欧姆挡的“20 k”挡，然后用万用表的两只表笔分别与电容器的两端相连（红表笔接触电容器的正极，黑表笔接触电容器的负极），如果显示值从“000”开始逐渐增加，最后显示“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”，则说明电容器内部短路，如果始终显示“1”，则说明电容器内部开路。

故障测试点 2：电感器

电感器的损坏将导致无法为系统时钟芯片供电或为设备提供时钟信号。检测方法为将万用表调到“蜂鸣”挡，然后将万用表的两个表笔分别接触电感器的两端，如果万用表显示数值为 0，则电感器内部断路，如果万用表显示的数值一直在跳动，则电感器内部接触不良。

故障测试点 3：限流电阻器

时钟电路中的线路电阻器电阻值主要为 33 Ω或 0 Ω，一般在系统时钟芯片周围，检测方法为将万用表调到欧姆挡的“200”挡，如果电阻值在 33 Ω内，则正常，否则损坏。

故障测试点 4：晶振和谐振电容器

晶振损坏后，电脑可能不能开机。检测方法为用示波器测晶振两脚的波形和晶振两脚之间的电阻值，如果晶振两脚有波形并且两脚之间的电阻值为 450～700 Ω，则晶振正常，谐振电容器的检测方法与上面滤波电容器的检测方法相同。

故障测试点 5：系统时钟发生器芯片

系统时钟发生器芯片损坏将导致主板无法启动。检测方法为测量晶振两脚的电压（晶振两脚各有 1 V 左右的电压），如果有电压，说明系统时钟芯片内部的分频器正常，否则分频器损坏，接着测量 PCI 插槽的 B16 针脚的时钟信号，如果没有，则系统时钟发生器芯片损坏。

3.3 主板时钟电路检修流程

主板时钟电路故障一般是由供电部分的电感器、电容器损坏或谐振电容器损坏，或系统时钟芯片损坏等造成的。当系统时钟信号出现故障时，可以按照图 3-10 所示的故障检测流程图进行检修。

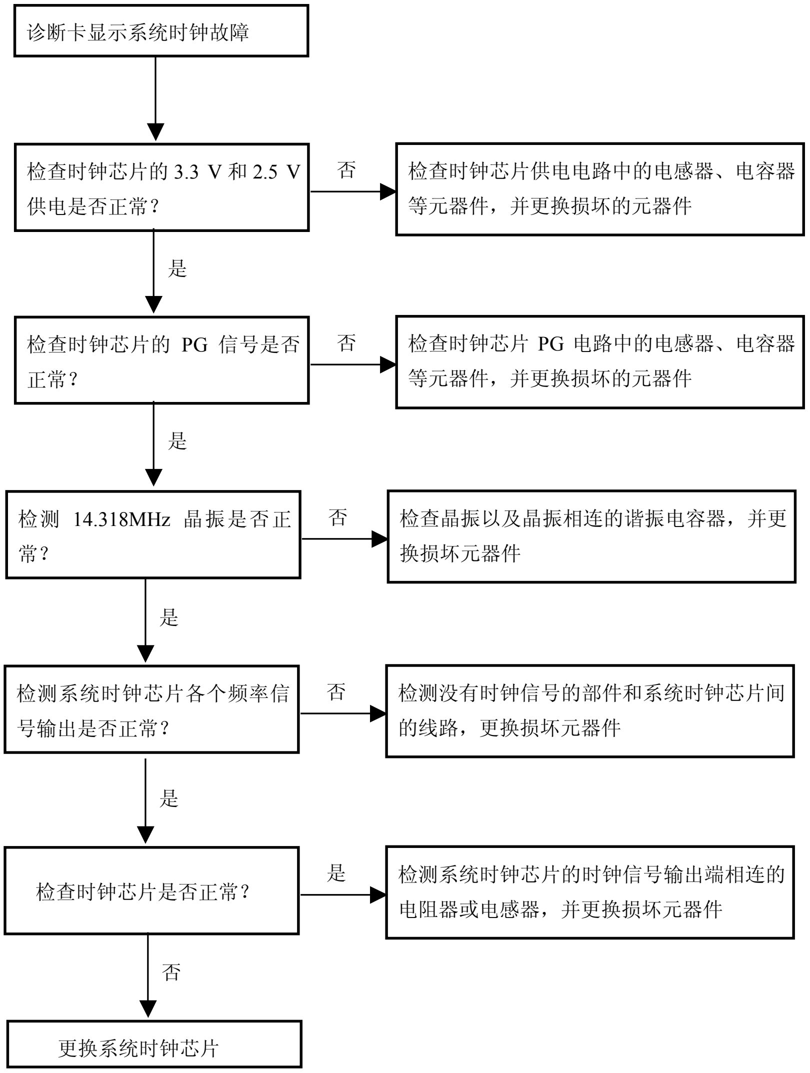


图 3-10　时钟电路检修流程图

3.4 主板时钟电路检修思路

1. 检查时钟电源电路

（1） 检查 V_CLK 的电压是否为 3.3 V，若不是，检查 ATX 电源 3.3 V 供电是否正常，

保险电阻器是否开路，部分电脑使用的是电感器，也有可能直接连接 ATX 电源 3.3 V。

（2） 检查 V_CLK_REF 的电压是否为 3.3 V，若不是，查 ATX 电源的 3.3 V 是否正常、保险电阻器是否开路，部分电脑使用的是电感器，也有可能直接连接 ATX 电源 3.3 V。

2. 检查振荡电路

时钟电路内部的 OSC 电路和外部的晶体共同组成振荡电路，它是时钟电路最重要的测试点。

（1） 测晶体波形。

晶体的启振电压为 0.5～1.6 V，两个脚的电压不相同，如果有条件最好是用示波器查看其波形和频率，这样可以更准确的确定故障。

- 有振荡波形：说明时钟的供电电源电路、PGOOD 信号正常，时钟振荡电路工作可能是正常的。
- 无振荡波形：在电源正常的情况下，更换晶体、晶体旁边的两个小电容器或者时钟芯片。

（2） 测晶体两脚的对地电阻值相同，一般是 500～1500 Ω，如果不同，可能是晶体旁边的小电容器漏电或者时钟芯片损坏。

（3） 频率发出偏移，是晶体电容或晶体本身不良造成的。出现故障现象时：开机后就死机，不能运行操作系统。

3. 检查控制信号

VTT_PWRGD#、PD#（PWD#或 PWRDWN#）、CPU_STOP#、PCI_STOP#这些控制信号正常工作时均是高电平。它们来自于南桥、PCH 等其他芯片，这些信号全无一般是南桥、PCH 损坏或工作条件不足造成的。

4. 测量总频

总频 OSC 测试脚是 PCI 的 B16 脚。在振荡电路正常工作的前提下，可以用示波器测量 OSC 测试脚的时钟信号：也可以插入诊断卡，观察诊断卡指示灯是否常亮，不亮代表总频 OSC 线上的电容器漏电或电阻器开路。总频线对地电阻值在 500～1000 Ω之间，因此总频的时钟波形幅度一定要大于 2 V。

没有总频，其他设备上就没有时钟频率：但有了总频，其他设备上的时钟频率不一定就正常。

诊断卡 CLK 指示灯常亮，说明 CLK 时钟电路正常，常用此方法判断电路是否正常。

5. 检查电路元件

总频正常后，若只有某路的输出电压或波形不正常，应该检查和该路输出并联的电容器是否短路、串联的电阻器是否开路。如 CPU 时钟不正常，查时钟电路到 CPU 的输出并联电容器是否短路、串联的电阻器是否开路；若 PCI-E 插槽的时钟不正常，查时钟电路到 PCI-E 的输出并联电容器是否短路、串联的电阻器是否开路。

6. 检查系统时钟

PCI 的 B39 脚（PCICLK）是系统时钟测试脚，由南桥提供。如果系统时钟正常，主板

上所有的时钟均正常。系统时钟的波形幅度一定要大于 1.5 V，这两脚的电阻值在 500～1500 Ω之间。

7. 综合故障判断

南桥产生 RST 复位的条件是 OSC 总频正常，OSC 总频正常的条件是 CLK 正常。如果主板诊断卡的 RST 复位和 OSC 总频指示灯正常，而 CLK 指示灯不正常，一般是时钟芯片内的分频器坏。

由于各种主板的结构不尽相同，时钟信号的供给方式也不一样，要根据主板电路图或芯片组的结构来综合判断故障。

3.5 主板时钟电路维修实训

3.5.1 主板时钟电路数据测试

1. 工作条件测试

（1） 测量 3.3 V 工作电压是否正常。

时钟芯片 ICS954119 总共使用了两组 3.3 V 供电，分别为 VCC3_CLK 和 VCC3_CLK_A，引脚分别为第 41、19、28、34、35、56、46 脚和第 6、10 脚。

VCC3_CLK 由 ATX 电源的 3.3 V 经 FB58 提供给时钟芯片的，要测量这个电压可以直接使用万用表的直流电压挡测量时钟芯片的第 41、19、28、34、35、56、46 脚，保险电感器 FB58 或者滤波电容器 CB1～CB7 和 CE52 上的电压即可，时钟电路测量点如图 3-11 所示，将测量的结果填入表 3-4 中。

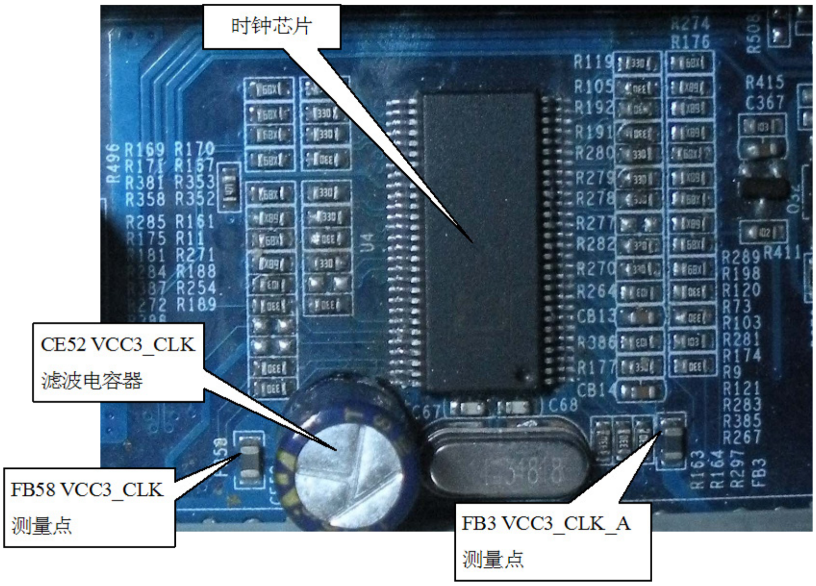


图 3-11 时钟电路的测量点

表 3-4　时钟芯片工作条件测试

测试项目	测试位置	测量结果（单位 V）
VCC3_CLK	FB58	
VCC3_CLK_A	FB3	
14.318 MHz 晶振	C67	
14.318 MHz 晶振	C68	
VTTPWRGD#	Q32 集电极	

VCC3_CLK_A 由 ATX 电源的 3.3 V 经 FB3 提供给时钟芯片的，要测量这个电压可以直接使用万用表的直流电压挡测量时钟芯片的第 6、10 脚，保险电感器 FB3 或者滤波电容器 CB13、CB14 上的电压即可，时钟电路测量点如图 3-11 所示，将测量的结果填入表 3-7 格中。

（2）　测量 14.318 MHz 晶振。

只有 14.318 MHz 晶振正常振荡，其他的时钟信号才能在它的基础上通过分频与倍频得到。测量晶振可以通过用示波器测量晶振或者谐振电容器上的波形来得到。也可以通过测量谐振电容器上的电压测判断 14.318 MHz 晶振是否已经启振，测量点如图 3-12 所示。并将测量结果填入表 3-4 中。

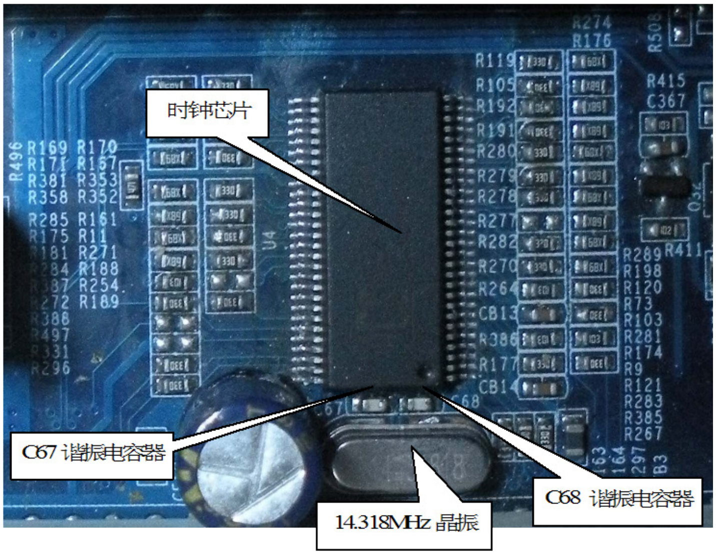


图 3-12　14.318 MHz 晶振测量点

（3）　测量 VTTPWRGD#信号。

VTTPWRGD#信号由 CPU 核心电压经过三极管 Q32 变换后输出到时钟芯片的第 16 脚，作为时钟芯片的使能端。只有当其有效时，时钟发生器才能正常的输出计算机主板所需要的各种时钟信号。对 VTTPWRGD#信号的测量可以通过测量时钟芯片的第 16 脚或者 Q32 的集电极电压来测量，测量点如图 3-13 所示，并将结果填入下面的表格中。

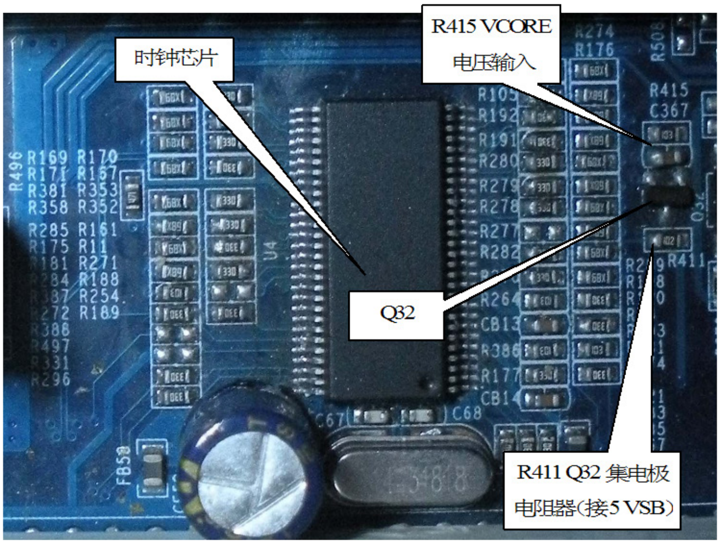


图 3-13　VTTPWGRD 信号的测量点

2.　时钟信号输出测量

时钟信号的测量点如图 3-14 和图 3-15 所示，另将测量结果记录在表 3-5 中。

（1）　测量 CPU 时钟信号。

输出到 CPU 的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R188、R271 一端的电压。

（2）　测量 GMCH（北桥芯片）时钟信号。

输出到北桥芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R11、R161 一端的电压。

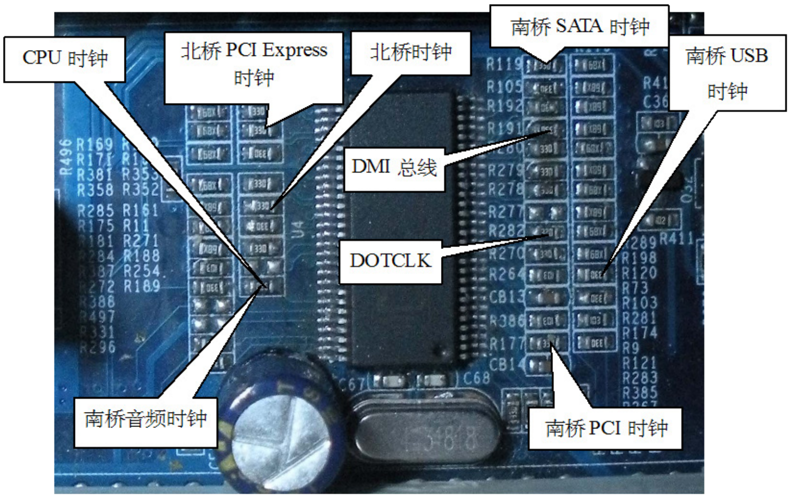


图 3-14　时钟信号的测量点（一）

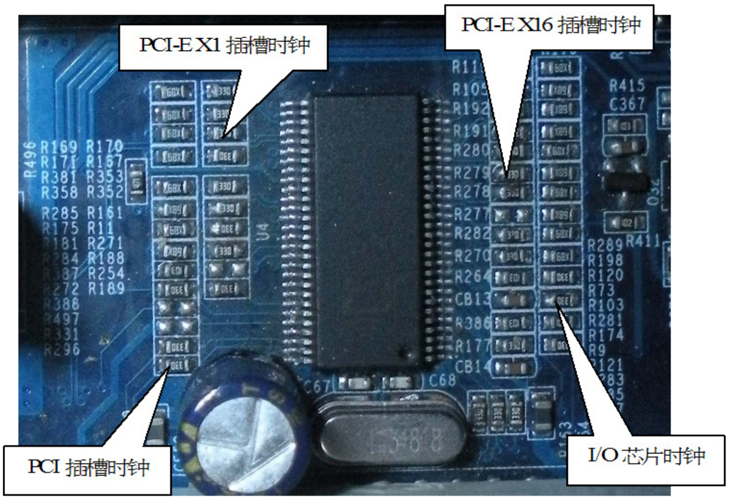


图 3-15　时钟信号的测量点（二）

表 3-5　时钟输出信号测量

测量项目	测量位置	测量结果	
		电压	频率
CPU 时钟信号	R188、R271		
GMCH（北桥芯片）时钟信号	R11、R161		
北桥芯片 DOTCLK 时钟信号	R270、R282		
北桥 PCI Express 接口时钟信号	R167、R170		
南桥 USB 时钟信号	R121		
南桥音频时钟信号	R189		
南桥 SATA 时钟信号	R105、R119		
南桥 PCI 接口时钟信号	R177		
南桥 DMI 总线时钟信号	R191、R192		
I/O 芯片时钟信号	R283		
PCI 插槽时钟信号	R296、R163、R164、R297 或 PCI 插槽 B16		
PCI Express X16 插槽时钟信号	PCI Express 插槽 A14、A13、R279、R280		
PCI Express X1 插槽时钟信号	PCI Express 插槽 A14、A13、R352、R353		

（3）　测量北桥芯片 DOTCLK 时钟信号。

输出到北桥芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R270、R282 一端的电压。

（4）　测量北桥芯片 PCI Express 接口时钟信号。

输出到北桥的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R167、R170 一端的电压。

（5）　测量 I/O 芯片时钟信号。

输出到 I/O 芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R283 一端的电压。

（6） 测量南桥芯片 USB 时钟信号。

输出到南桥芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R121 一端的电压。

（7） 测量南桥芯片音频时钟信号。

输出到南桥芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R189 一端的电压。

（8） 测量南桥芯片 SATA 时钟信号。

输出到南桥芯片的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R105、R119 一端的电压。

（9） 测量 PCI 插槽时钟信号。

输出到 PCI 插槽的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R296、R163、R164、R297 一端的电压或 PCI 插槽 B16 脚的电压。

（10） 测量 PCI Express X16 插槽时钟信号。

输出到 PCI Express X16 插槽的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R279、R280 一端的电压或 PCI Express X16 插槽 A14、A13 脚的电压。

（11） 测量 PCI Express X1 插槽时钟信号。

输出到 PCI Express X1 插槽的时钟信号，可以使用示波器测量波形或者用万用表测量 R352、R353 一端的电压或 PCI Express X1 插槽 A14、A13 脚的电压。

3.5.2 主板时钟电路故障模拟

时钟电路中容易损坏的元器件有时钟芯片供电电路中的保险电感器和滤波电容器，时钟芯片的使能信号输入电路中的三极管、电阻器、电容器，14.318 MHz 电路中的晶振、谐振电容器和时钟信号输出端的电阻器以及时钟芯片本身。

（1）时钟芯片电源供电电路中容易损坏的元器件有保险电感器 FB58、FB3 烧毁开路、滤波电容器 CB1～CB7、CB13～CB14、CE52 漏电或者短路。

（2） 时钟芯片 VTTPWGD#信号输入电路中容易损坏的元器件有 Q32、R145、C367 损坏。

（3） 14.318 MHz 振荡电路中的容易损坏的元器件有 X3、C67、C68。

（4） 时钟信号输出电路中的容易损坏的元器件有 R188、R271、R11、R161、R270、R282、R167、R170、R121、R189、R105、R119、R177、R191、R192、R283、R296、R163、R164、R297、、R279、R280、R352、R353。

（5） 时钟芯片损坏。

3.5.3 主板时钟电路故障维修

1. 主板时钟电路常见故障现象

（1） 开机后黑屏，CPU 不工作。

（2） 开机后黑屏，内存不工作。

（3） 开机后黑屏，显卡不工作。

2. 造成主板时钟电路故障的原因

（1） 电感器损坏。
（2） 滤波电容器损坏。
（3） 晶振损坏。
（4） 谐振电容器损坏。
（5） 系统时钟芯片发生器损坏。

3. 主板时钟电路常见故障解决方法

主板时钟电路出现故障后，一般会造成计算机开机后黑屏，而且时钟信号不正常的设备停止工作，用主板诊断卡测试，主板测试卡的代码显示“00”。

主板时钟电路供电电路故障一般是由保险电感器、滤波电容器损坏造成的。

故障解决方法：

① 首先用主板故障诊断卡测试主板，如果显示代码“00”，表示时钟故障。

② 接着检测时钟芯片 3.3 V 供电是否正常，如果不正常，检测电源插座到时钟芯片供电脚之间的线路元器件，主要包括保险电感器、滤波电容器的损坏情况。

③ 检测时钟芯片的 VTTPWGD#端（CLKEN 信号）是否为低电平，如果为高电平，检查 VTTPWRGD 的外围电路，主要包括电阻器、电容器和三极管。

④ 如果时钟芯片供电和 CLKEN 信号正常，用示波器测试 14.318 MHz 晶振引脚波形，如果波形不对，说明晶振本身已经损坏，更换晶振。

⑤ 如果晶振波形正常，测量经过晶振连接的两个谐振电容器后，波形是否正常，如果不正常，更换谐振电容器。

⑥ 如果波形正常，接着检测系统时钟芯片的各个频率的时钟芯片输出是否正常，如果正常，检测没有时钟信号的部件和系统时钟芯片间的线路中损坏的元器件。

⑦ 如果不正常，检测系统时钟芯片的时钟信号的输出端相连的电阻器或电感器，并更换损坏的元器件。

⑧ 如果时钟芯片电路故障仍然无法排除，更换系统时钟芯片。

3.6　本章练习题

一、选择题

1．主板时钟电路供电电压主要有________。

A. 2.5 V　　　　B. 5 V
C. 12 V　　　　D. 3.3 V

2．下面属于主板时钟电路中元器件的有________。

A. 14.318 MHz 晶振　　　　B. 时钟发生器芯片
C. I/O 芯片　　　　D. BIOS 芯片

3．为内存提供时钟信号的时钟发生器芯片的基准时钟由__________提供。

A. 南桥　　　　B. 北桥

C. I/O　　D. 电源

4．系统时钟的基准频率常见的是__________ MHz。

A. 25　　B. 20

C. 14.318　　D. 32.768

二、填空题

1．主板时钟电路向______________________________等设备提供基本工作频率。有了基本工作频率，计算机才能在 CPU 的控制下完成各项基本功能。

2．时钟电路中时钟发生器的作用是______________________________。

3．14.318 MHz 晶振的作用是______________________________。

4．时钟芯片的工作条件是______________________________。

三、简答题

1．时钟电路是由哪些元器件构成的？

2．时钟电路主要为哪些电路提供时钟信号？

3．怎么判断 14.318 MHz 晶体是否启振？

4．全板无时钟信号和部分电路无时钟信号有哪些区别？

5．时钟发生器的工作条件有哪些？

第 4 章　主板复位电路结构原理及故障检修

RESET（简称 RST，复位的意思），起“重置、清零”作用。电源启动时，供给主板各电路的电压总是一个从无到有、从低到高，然后达到稳定值。在这种不稳定的状态下，不能保证每个芯片都处于初始状态，因此当电源供给稳定后，通过复位信号对这些数字电路重新“清零”，使其回到初始状态。复位电路要在供电、时钟正常后才开始工作。

4.1　主板复位电路的复位信号及原理

4.1.1　各种设备的复位信号

电脑中每个设备都需要 RESET 信号，每个大规模集成电路也需要 RESET 信号，下面介绍主板上重要的复位信号。

1.　芯片 IC 的复位信号

PGOOD 信号送到南桥后，南桥内的复位发生器开始工作，经南桥处理，从南桥发出各种芯片的复位信号，直接或间接地送入输入/输出接口电路、北桥芯片和时钟发生器芯片的复位信号等，这些芯片都是采用低电平复位。

2.　CPU 复位信号

CPU 的复位信号产生比较复杂，各种主板有所不同，通常来自以下 3 个信号：

- 北桥产生的 CPU 复位信号。
- 电源电压调节器产生的 PG 信号。
- 由 ATX 电源的灰线间接供给的。

但是，CPU 复位信号不是由单独的复位发生器产生的，如果其他设备的复位信号修好后，一般 CPU 的复位信号也就正常了，因此没有必要单独研究 CPU 复位电路。

3.　总线插槽的复位信号

（1）　ISA 插槽的复位信号。

ISA 插槽是高电平复位，即复位时是高电平，因此在南桥与 ISA 插槽的复位信号之间有一个非门或倒相器，将南桥的低电平复位变为高电平复位。ISA 是计算机主板中唯一采用低电平复位的插槽，ISA 插槽的 B2 脚是复位脚。

（2）　IDE 插槽的复位信号。

IDE 的复位和 ISA 插槽的复位相反，即低电平复位（复位时低电平，工作时高电平），IDE 复位信号的提供方式有两种：

- 主板 IDE 的复位信号直接来至南桥的复位信号，IDE 插槽的第 1 脚是复位信号。
- ISA 插槽的高电平复位信号经过一个非门或倒相器，将高电平复位变为低电平复位

信号提供给 IDE 插槽。

（3） PCI 插槽的复位信号。

PCI 插槽的复位信号直接来自于南桥，也是低电平复位（复位时低电平，工作时是高电平）。有的南桥与 PCI 插槽的复位信号之间有射随器，用于缓冲、保护南桥，PCI 插槽的复位脚是 A15。

（4） PCI Express 插槽的复位信号。

PCI Express 插槽的复位信号来自南桥，也是低电平复位（复位时是低电平，工作时是高电平）。复位脚是 A11。

4.1.2 主板复位信号的工作原理

在电脑主板上，主板上的 PCI 插槽、PCI Express X1 插槽、PCI Express X16 插槽、SATA 接口、南桥、北桥、时钟芯片、SIO 都要等到复位后才能正常工作。复位有高电平和低电平复位两种。

1. 复位信号

（1） 复位电路和时钟电路的关系。

CLK 时钟信号正常时产生 RESET 信号，也就是如果 CLK 时钟信号不正常，南桥不能正常工作，RESET 信号也就不正常了。同时，如果 RESET 信号有问题，也有可能影响输出端的 CLK 时钟信号；但 RESET 信号有问题，CLK 时钟信号不一定有问题。

（2） 复位信号种类。

按照复位电压不同，复位信号可以分为高电平复位和低电平复位两种。

- 高电平复位：开始时用高电平让电路复位，复位完成后跳转为低电平并保持为低电平，如图 4-1 所示。

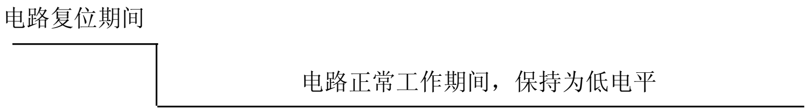


图 4-1 高电平复位

- 低电平复位：开始时用低电平让电路复位，复位完成后跳转为高电平并保持为高电平，如图 4-2 所示。

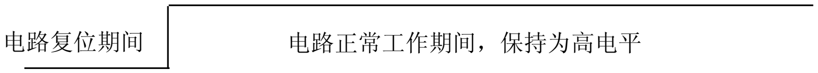


图 4-2 低电平复位

2. 复位信号产生过程

复位电路是由 PGOOD 信号、复位开关、复位发生器和复位信号输出电路 4 部分组成的。

ATX 电源发出 PGOOD 信号后，送到南桥（有些主板经过门电路送到南桥）。这个信号也相当于南桥芯片本身复位信号，南桥内部的复位发生器或单独的复位发生器开始工作，

向主板各个插槽和芯片提供复位信号。主板上的所有复习信号都由南桥直接或间接控制，复位电路以南桥为核心，以复位电路工作条件、复位发生器相关电路为线索进行分析，复位信号的传送过程，如图 4-3 所示。

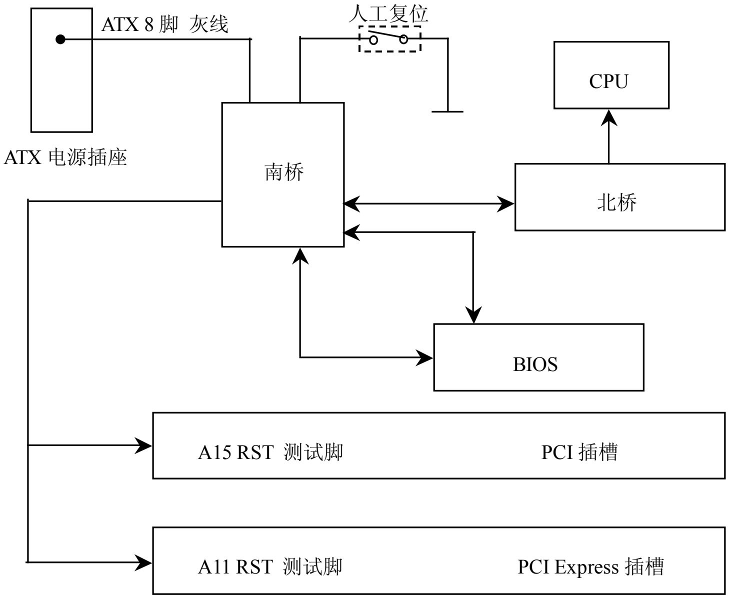


图 4-3　复位信号传送图

在图 4-3 所示的南桥内部有复位信号发生器，复位发生器产生信号，在南桥内部处理后送给 PCI 插槽的 A15 脚，PCI Express 插槽的 A11 脚，北桥和 CPU 等插槽和芯片。

南桥复位信号一般是由南桥内部复位发生器产生的，部分主板的南桥芯片控制一个单独的复位发生器芯片，产生主板上所有的复位信号，还有一种类型的主板的复位发生器集成在 I/O 芯片内。

部分机型的复位开关和南桥之间设有门电路。

3. 复位发生器的工作条件

南桥内部复位发生器产生复位信号。南桥复位电路损坏后，整机都没有复位信号。部分主板采用单独的复位发生器，检修方法相同。

（1） 南桥的供电：开机后南桥应有温升，如果没有温升则查南桥供电电路，如测量 5 V、3.3 V 主供电，1.8 V 的 HUB LINK 供电，0.9 V 的 HUB LINK 参考电压，1.7 V 或 1.3 V 的核心电压。确认其正常与否。

（2） CLK 时钟正常是复位信号正常的前提条件。若无时钟信号。参考“时钟电路的维修”。

（3） 部分主板还需要电源芯片发出的 PGOOD 信号（电源准备好），南桥才输出复位信号。

（4） ATX 电源输出的 POWER GOOD 或 POWER OK 信号正常输出后，才能产生复位信号。

当 ATX 电源的 PGOOD 信号传送到主板后，PGOOD 的延时时间是 100～500 ms，由低电平到高电平。PGOOD 进入南桥后送到南桥内部的复位发生器，首先给南桥复位，这样南桥开始正常工作，复位信号不正常，首先要检查 PGOOD 信号是否正常。

说明：

- 在不同的主板图纸中用不同的单词表示 PGOOD 信号：POWER_ATX、POWER GOOD、POWER OK，缩写为 PWR_GOOD、PWRGD、PWOK、PWR_OK、PG 等。
- PGOOD 信号是 ATX 电源发出的，接 ATX 电源插座的灰线，灰线开机为低电平，在 100～500 ms 后一直恒定为高电平，并保持+5 V 电压不变。
- 目前大量机型的复位发生器集成在 I/O 芯片内，工作原理和检修方法与上述相同。
- ATX 电源的 PGOOD 信号一般不直接送到南桥，而是经过门电路逻辑处理，再送入南桥。

4. 复位电路工作原理

主板上的所有复位信号都是由芯片组产生的，主要由南桥（内部有复位系统控制器）或复位发生器（74H 系列芯片）产生，也就是说主板上所有的需要复位的设备和模块都由南桥来复位。南桥要想产生复位信号或者说南桥要想去复位其他的设备和模块，其首先条件是自身先复位或者说自身先有复位源。使南桥复位或者说南桥的复位源是 ATX 电源的灰线（灰线常态为 5 V 电平，工作后为恒定的 5 V，ATX 电源的灰线也是 PG 信号），或者是系统电源管理芯片发出的 PG 信号。

（1） 利用复位发生器复位。

在 ATX 电源的灰色线中，是 RST 的启动脉冲，工作的状态是在开机的时候，向下跌一点再上升为 5 V。下跌的这一点就为脉冲，在开机一瞬间才出现，每开一次，它向零电平以下跌大约 0.1 V，就是因为这下跌的 0.1 V 脉冲，才能启动复位信号的产生。启动脉冲的线对地电阻值在 450～700 Ω之间，由南桥或复位发生器提供。脉冲进入复位发生器，就产生复位信号。这芯片一般用的是 74H 系列芯片。复位发生器也有在南桥里面的。脉冲信号进入哪个芯片，哪个就是复位发生器，复位发生器的工作电压是 5 V。当复位发生器在电源到达后，有脉冲过来，它就开一次导向处理输出，输出的幅度在 3.5～5 V，这才是真正的复位信号（粗略的复位信号）。每开机一次才出现一次。它的波形是由低到高再由高到底（调上去跳下来，跳上去跳不下来是无效的复位信号）。复位发生器产生信号后，经南桥处理后送给 PCI-E 槽、PCI 槽、北桥和 CPU 等。

（2） 复位信号的测试。

在 PCI 槽的 A1 脚，是复位信号的测试脚。它的电阻值在 450～700 Ω之间，由南桥提供。在这里的复位信号正常，就证明主板上的所有复位是正常的（不包括 CPU），通过它就可以判断南桥所产生的复位信号是否正常。只要 ISA 槽上的复位信号正常，或者 CPU 上的复位信号正常，就证明主板上的复位信号都正常。

在 CPU 上也有复位信号的测试脚，它的对地电阻值在 450～700 Ω之间，由南桥或者北桥提供。

4.2　主板复位电路的连接方式与信号流向

4.2.1　常见复位电路的连接方式

图 4-4 所示为 Intel G43 芯片组主板的复位信号连接图。由图可见，复位信号由 ATX 电源 PWRGD_PS（也就是 ATX 电源的灰线，开机时）或者是由面板开关的 FR_RET（面板复位按键，热启动时）开始的。由这两个信号输入到南桥芯片后，南桥芯片内部的复位电路产生复位信号，为各个设备（北桥芯片、CPU、I/O 芯片、集成声卡）和各种插槽接口（PCI Express X16 插槽、PCI 插槽）提供复位信号。

4.2.2　G41 主板复位信号流向

主板复位电路的主要功能是对主板进行初始化。对主板进行复位的过程就是对主板及其他部件进行初始化的过程。复位电路在供电、时钟正常前提下才开始工作。复位电路一般由南桥、电源插座、逻辑门电路以及电源开关等组成。

主机 ATX 电源为复位电路提供 PG 信号，当收到 PG 信号后，复位电路才能工作。南桥芯片内部集成了复位系统控制电路，将复位信号处理后分配给其他电路。也有部分主板采用专门的复位芯片。复位电路的逻辑门电路一般为 74 非门，它的作用是将复位信号变换后加到南桥，并将经南桥处理后的信号经过变换后再加到其他电路上。

PCI 插槽、AGP 插槽、I/O 芯片、BIOS 芯片、北桥的复位信号都由南桥产生，复位时为低电平，正常工作后为高电平。CPU 复位信号一般来自于北桥，复位时为低电平，正常工作后为高电平。

以 DVR G41 主板为例来讲解复位电路的信号流向。

1.　复位开关到南桥

DVR G41 主板的前置面板复位开关信号流向如图 4-5 所示。复位开关由 5 VSB 电源和 3 VDUAL 电源提供上拉，当按下复位开关并放开后，复位信号直接流向南桥芯片的 SYS_RESET#端。

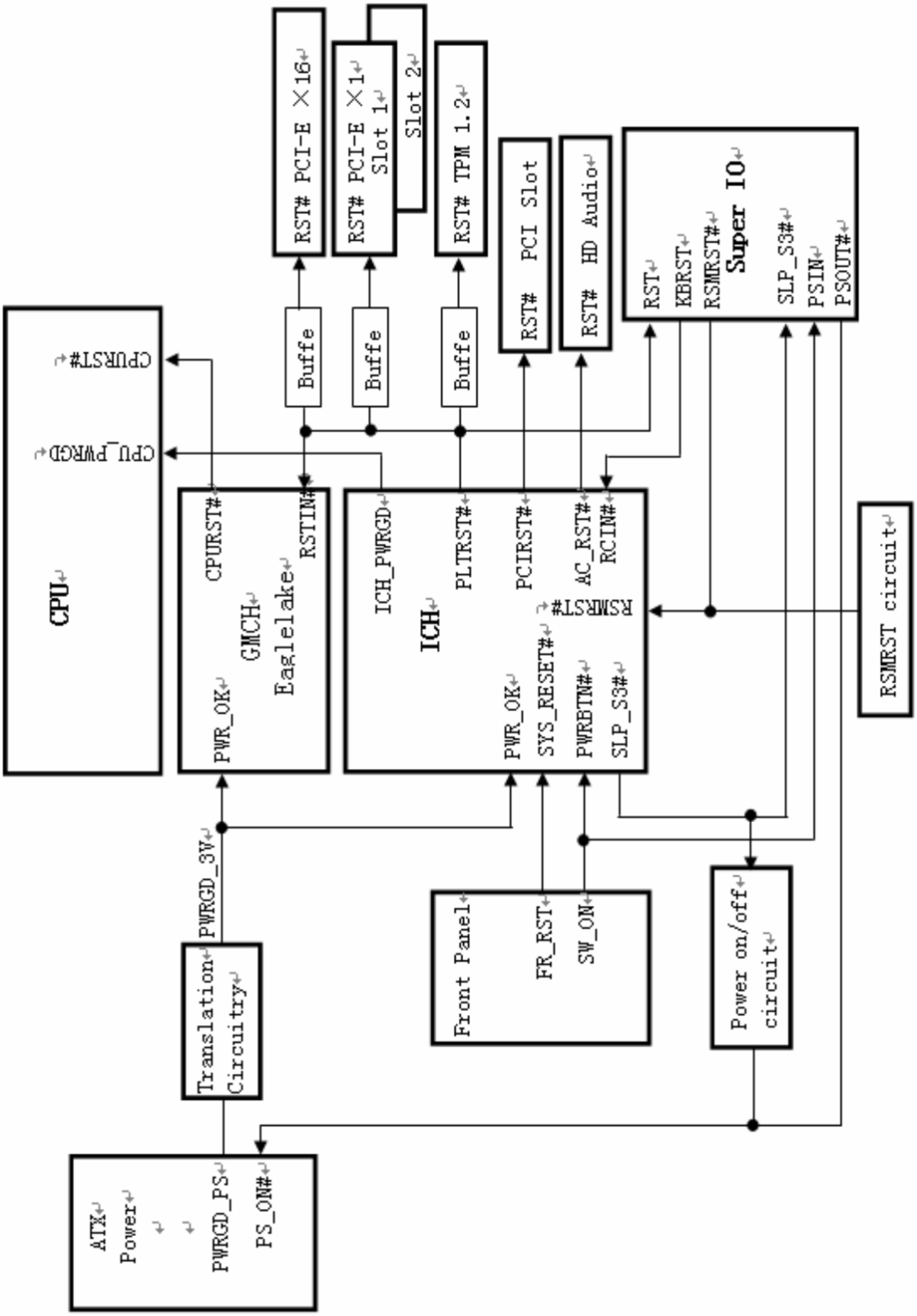


图 4-4　Intel G43 芯片组主板的复位信号连接

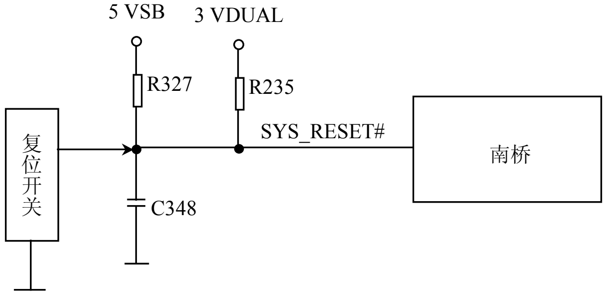


图 4-5　复位开关信号流向图

2. PG 信号流向

当 ATX 电源接收到 PS-ON 信号后，ATX 电源开始工作，+12 V、+5 V 和+3.3 V 电源电压正常后的 100～500 ms 左右，ATX 电源输出 PG 信号（电源正常），PG 信号由 3.3 V 电源电压提供上拉。分别输出到 I/O 芯片的第 71 脚 PWROK#端通知 I/O 芯片电源已经正常供电，一路经 R110 输出到 GMCH（北桥芯片），通知 GMCH 电源已经正常供电。一路输出到南桥芯片，通知南桥电源已经正常供电。各个电路在接收到 PG 信号后，一经收到复位信号即进行复位（复位信号由南桥芯片发出）。ATX 电源 PG 信号流向图如图 4-6 所示。

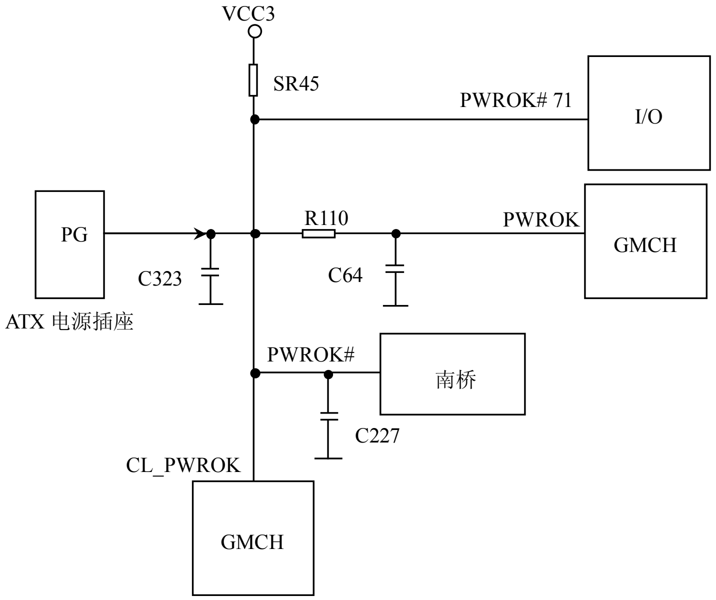


图 4-6　PG 信号流向图

3. RSMRST 信号

RSMRST 信号由 I/O 输出到南桥芯片，用于通知南桥芯片 5 VSB 和 3.3 VSB 待机电压已正常，也作为南桥内部的 ACPI 电路复位信号。只要 ATX 电源接上时这个信号就有效，不是在开机时才有的。当 RSMRST 低电平时南桥进行复位，南桥正常运行期间为高电平。

RSMRST 信号流向图如图 4-7 所示。

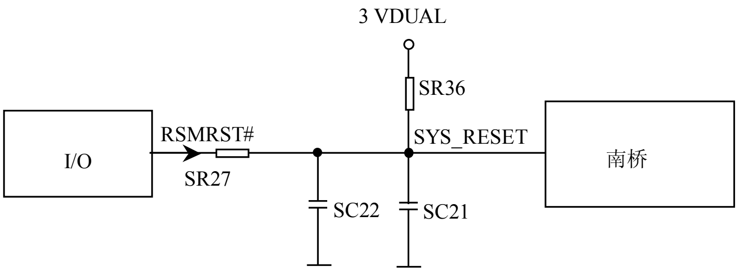


图 4-7　RSMRST 信号流向图

4. 复位信号流向

复位信号的流向如图 4-8 所示。当南桥收到 PG 信号（开机时）或 SYS_RESET#信号时（按下复位按钮时），南桥内部产生复位信号给各个芯片、插槽。使各个芯片、插槽上所接的设备进行初始化，为开机做好准备。其中，CPU 的复位信号由北桥在收到南桥的复位信号后再产生一个复位信号传给 CPU，让 CPU 进行复位。

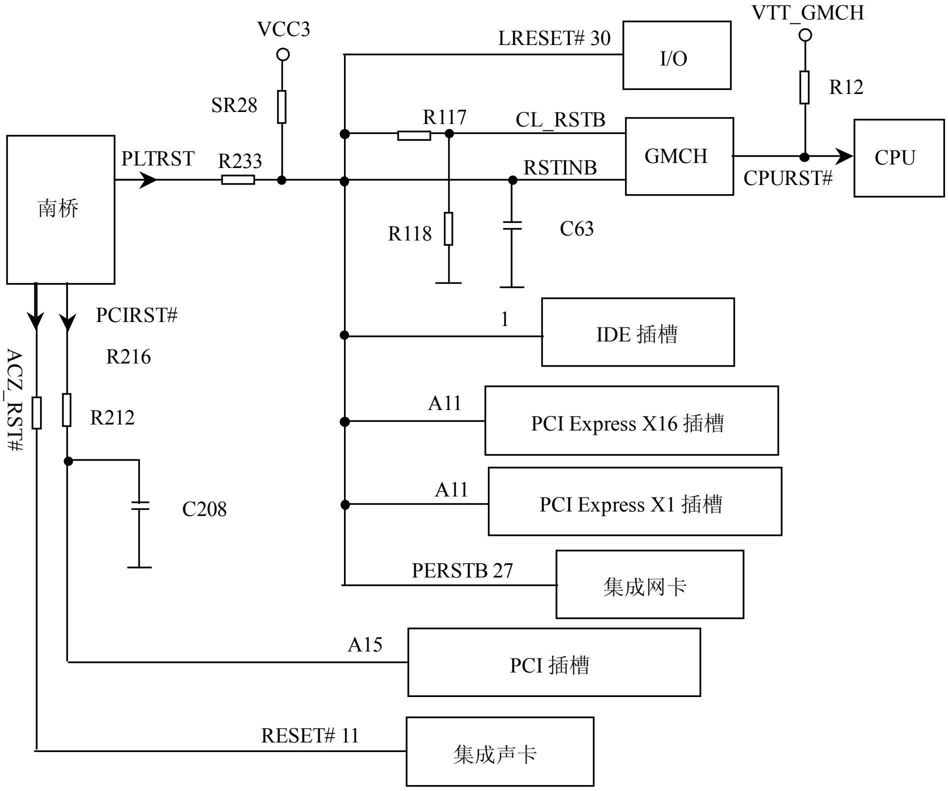


图 4-8　南桥输出的复位信号流向

4.3　主板复位电路的检修流程

产生复位信号使主板及其他部件复位，进入初始化状态。复位电路在主板的供电、时钟正常后才开始工作。

复位信号主要由 ATX 电源的第 8 脚产生或由 RESET（复位）开关产生。其中 ATX 电源第 8 脚在开机后 100～500 ms 会自动产生一个由低到高的电平信号，作为复位信号。此信号经处理后，一般首先进入南桥芯片、BIOS 芯片、时钟芯片、电源管理芯片，让南桥、BIOS 电路、时钟电路、电源电路先复位。在南桥复位后，其内部系统复位控制模块又产生各种不同的复位信号，这些复位信号再通过门电路芯片处理后产生足够强的信号，然后再分配给其他电路，使其复位。在复位电路中，南桥内部的系统复位控制模块是整个复位电路的核心。复位电路实际上就是对复位信号进行放大、传递的电路。

主板上的维护电路出现故障通常会造成整个主板没有复位信号。维修此类故障应该从 RESET 开关和电源 PG 信号入手，检查进入南桥的复位开关信号和 PG 信号是否正常地进入了南桥，以及从南桥输出的复位信号是否正常送到了需要复位信号的芯片或设备，主要检查检测线路中可能损坏的元器件造成复位信号传递线路不通。图 4-9 所示为复位电路故障检修流程图。

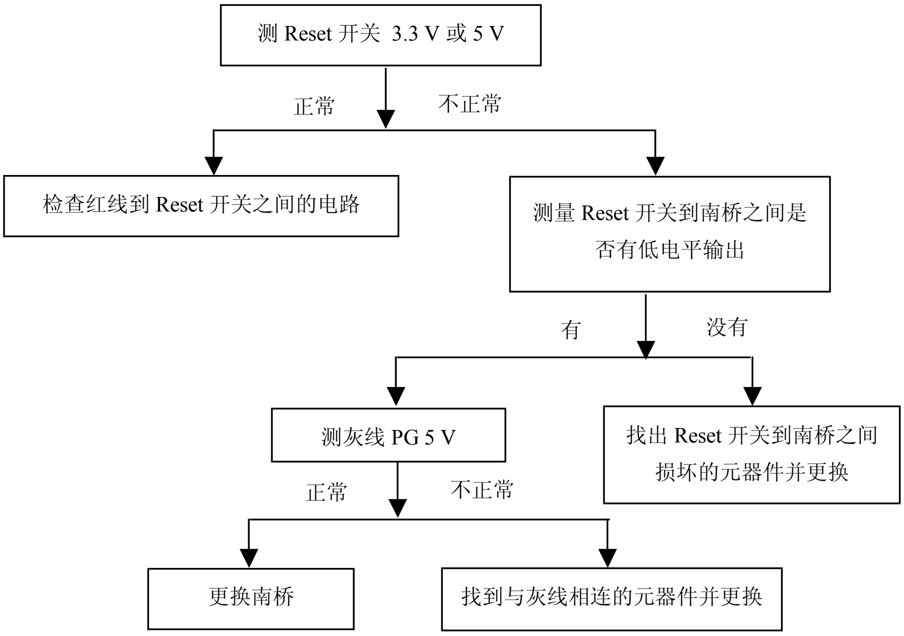


图 4-9　复位电路故障检修流程图

4.4 主板复位电路的维修思路

1. 复位电路检修方法

（1） 复位信号为低电平，即数码卡上的 RST 小灯不亮的维修方法。

先测电源座 RST 脉冲电阻值是否正常，如不正常，RST 脉冲脚至南桥的线路及南桥本身损坏。如电阻值正常，再查复位发生器是否有正常输出的 RST 信号，如没有，在复位发生器电源正常的情况下，为复位发生器损坏，如有正常的 RST 信号输出，在南桥电源和 ISA 上的 RST 线路正常的情况下，为南桥损坏。

（2） RST 为高电平，即数码卡上的灯常亮。先查复位发生器的输出是否正常，如不正常，为复位发生器损坏，如正常，为南桥损坏。

（3） RST 灯不够亮，及复位电平不够。如果复位发生器输出的电平正常为南桥损坏，反之为复位发生器损坏。

（4） RST 灯正常，而 CPU 上无 RST 信号或为高电平:在 CPU 上 RST 线路正常的情况下，这条通向哪个桥就为哪个桥损坏。如果复位发生器在南桥内部，一切照以上方法以南桥为中心维修。

复位电路必须在电源提供+5 V 供电后，南桥收到时钟（Clock）信号以及 PG（电源或电源 IC 提供）信号，由南桥或复位发生器产生复位信号，向各个部件发出复位信号，使主板及其他部件进入初始化状态。

2. 复位电路故障检测点

（1） 易坏元器件。

主板复位电路中的易坏元器件主要有门电路芯片、南桥、PG 信号连接的三极管等。

（2） 故障检测点。

故障检测点 1：复位开关的高电平。

如果复位开关无高电平，则无法实现复位时的电压跳变，就无法使南桥复位。测试复位开关是否有高电平（3.3 V 或 5 V），如没有，则电源插座到复位开关之间线路中的元器件（电容器、电阻器等）损坏，更换损坏元器件即可。

故障检测点 2：南桥的 PG 信号。

如果没有了 PG 信号，则完全无法复位。检测电源插座的第 8 脚（灰线）直接或间接到南桥的线路中的电容器、电阻器和三极管的故障，并将损坏的元器件更换。

故障检测点 3：门电路芯片。

门电路的损坏将导致主板的复位电路中断，复位电路无复位信号，首先检测门电路芯片的供电脚有无供电，如果没有，则检查电源插座到门电路芯片的 VCC 引脚之间的线路上的元器件是否有损坏；接着检测门电路芯片连接南桥的针脚有无高电平信号，如果没有则是南桥损坏，如果有则是门电路芯片损坏。

4.5　主板复位电路维修实训

以 DVR G41 主板故障维修来讲解复位电路的实训。

4.5.1　主板复位电路数据测试

1.　ATX 电源插座 PG 信号的电压和波形

主要是测量 ATX 电源插座的 PG 信号的输出、南桥芯片的 PWROK#信号在开机前后的变化情况、北桥芯片的 PWROK#信号在开机前后的变化情况和 I/O 芯片的 PWROK#信号在开机前后的变化情况。并将测量结果填入表 4-1 中。

表 4-1　PG 信号信号和 PWROK#信号测试结果

测试项目	测 试 点	测试结果	
		复位时	主板工作时
ATX PG 信号	ATX 第 8 脚（灰线）		
南桥 PWROK#	C227		
北桥 PWROK#	C64		
I/O PWROK#	SR45		

（1）　ATX 电源的 PG 信号测试。

ATX 的 PG 信号时用于告知主板 ATX 电源已经准备好了，这个信号只是在开机的瞬间有个变化，测量的时候不留意就不能够测量到。在开机前和在开机瞬间用示波器测量波形或者用万用表测量电压，其测试点如图 4-10 所示。

图 4-10　ATX 电源 PG 信号第 8 脚测试点

（2）　南桥 PWROK#信号。

按下开机键后，当全板供电正常并且时钟也正常工作后，由 I/O 芯片发出，告知南桥芯片，南桥接收到这个信号后就可以输出复位信号使各个设备复位，并进行自动复位初始化。

这个信号的测试点如图 4-11 所示，可以用万用表测量 C227 上的电压变化，但要注意这个信号的有效时间很短。

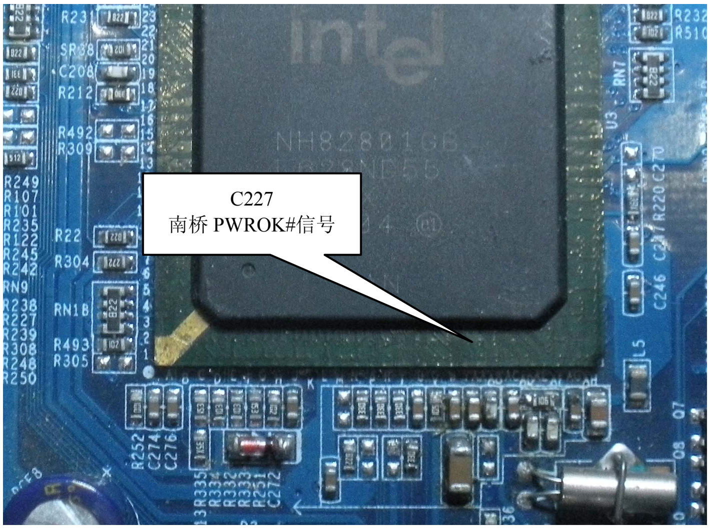


图 4-11　南桥 PWROK#信号测试点

（3） 北桥 PWROK#信号。

按下开机键后，当全板供电正常并且时钟也正常工作后，由 I/O 芯片发出，告知南桥芯片和北桥芯片，北桥收到 PWROK#信号才会开始工作。

这个信号的测试点如图 4-12 所示，可以用万用表测量 C64 上或者 R110 上的电压变化，但要注意这个信号的有效时间很短。

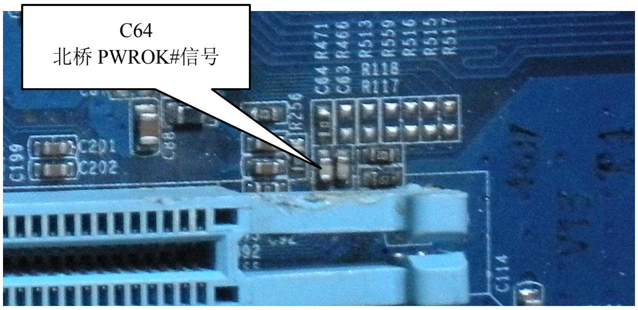


图 4-12　北桥 PWROK#信号测试点

（4） I/O 芯片 PWROK#信号。

按下开机键后，当全板供电正常并且时钟也正常工作后，由 I/O 芯片发出 PWROK#信号给南北桥芯片，通知南北桥芯片电源已经正常。

这个信号的测试点如图 4-13 所示，可以用万用表测量 SR45 上或者 I/O 芯片的第 71 脚上的电压变化，但要注意这个信号的有效时间很短。

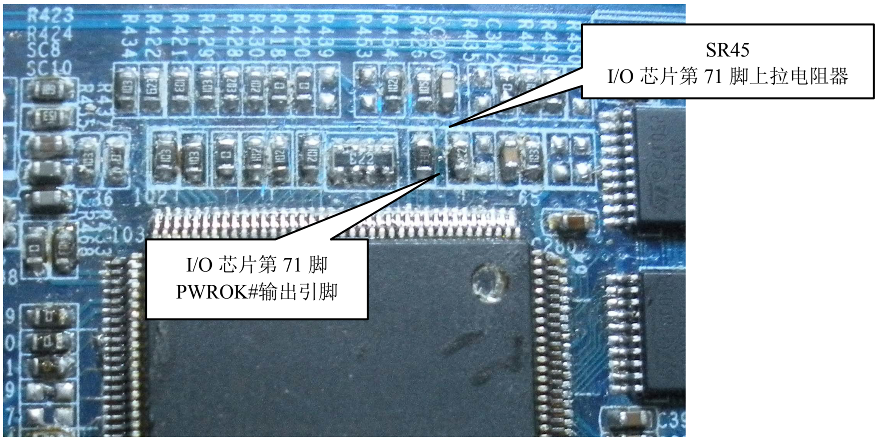


图 4-13　I/O 芯片 PWROK#信号测试点

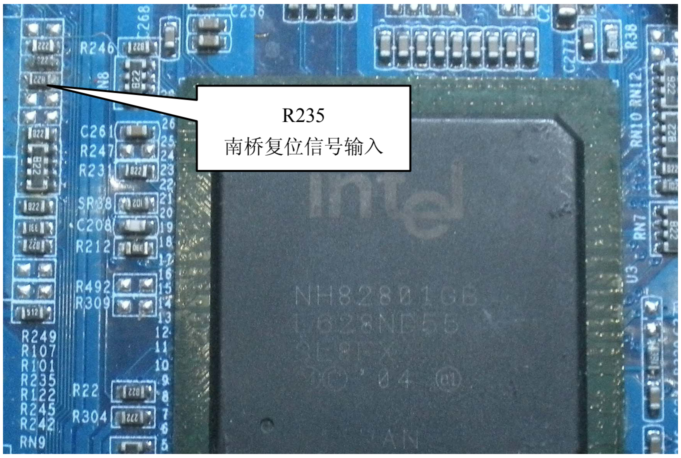
用示波器测量 PG 信号波形并填入图 4-14 中。

图 4-14　PG 信号波形

2. 测量复位开关通路上的信号和波形

ATX 电源的 PG 信号完成的是在开机时的自动复位功能，复位开关 RESET_BTN 则是在计算机处于开机状态下的手动复位，这两种复位都是由南桥芯片来产生复位信号，使其他芯片和插槽上的设备进行复位操作。

复位开关的手动复位信号测试点如图 4-15 所示，用示波器或者电压表测量复位开关没有按下和按下时的 RESET_BTN 信号的电压变化及南桥的 SYS_RESET#信号的变化情况。可以通过测量 R235（南桥复位输入的上拉电阻器）来测量南桥芯片的复位开关信号输入，测量 R327（复位开关针 5 VSB 上拉电阻器）和 C348（开关针滤波电容器）或者直接测量复位开关针来测量复位信号的变化情况。但要注意的是复位信号的存在时间很短。计算机正常工作时是不能测量到复位信号的。



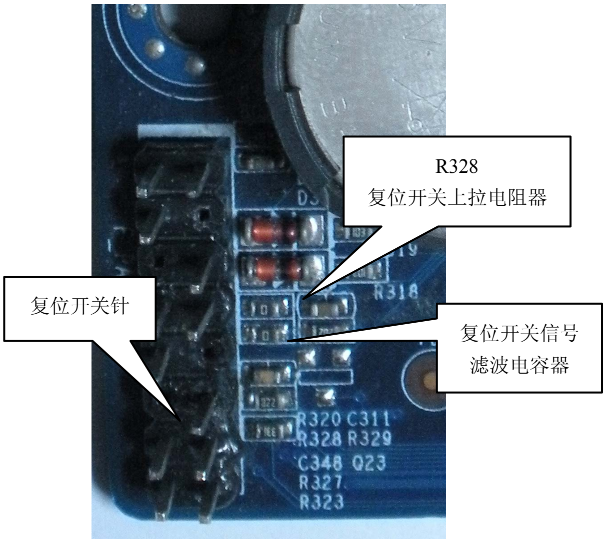


图 4-15　手动复位信号测试点

手动复位信号的测试结果记录在表 4-2 中。

表 4-2　手动复位信号测量

测试项目	测 试 点	测试结果	
		复位按键按下时	主板工作时
复位开关	R327、C348		
南桥 SYS_RESET#	R235		

3.　南桥输出到各个芯片和插槽的复位信号测试

测量南桥输出的复位信号到各个芯片和插槽的复位信号在复位和正常工作时的电压变化，如图 4-16～4-18 所示。并将测试结果填入表 4-3 中。主要需要测量的有以下几个信号。

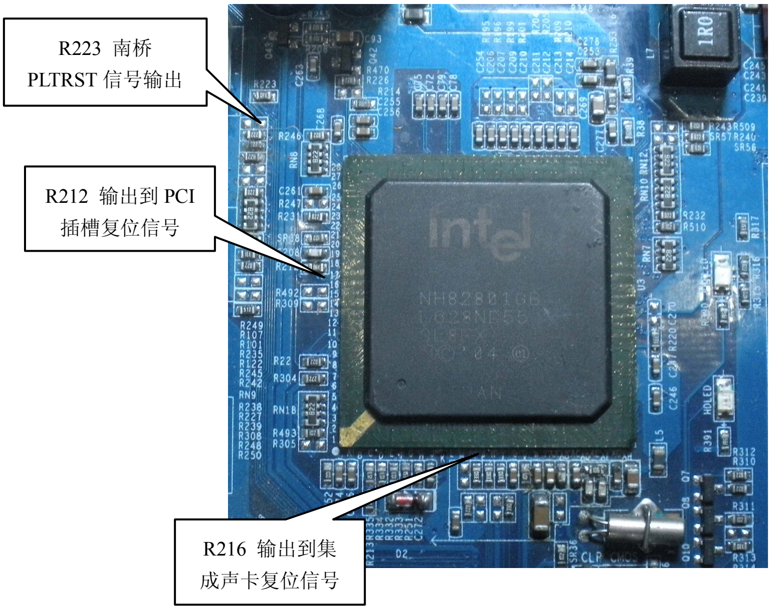


图 4-16　南桥输出的复位信号

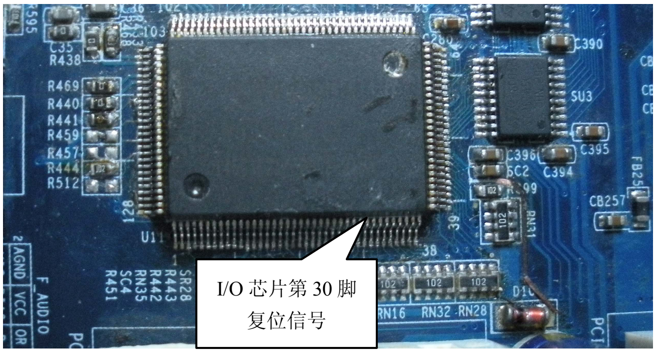


图 4-17　I/O 芯片复位信号

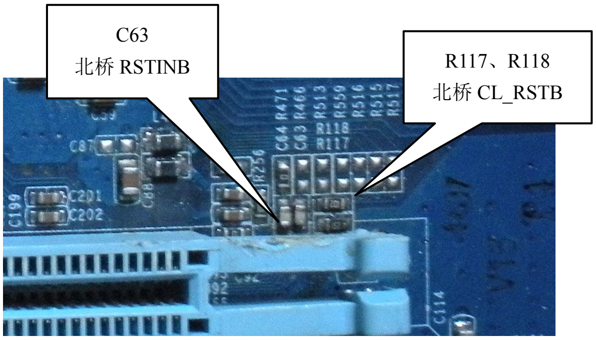


图 4-18　北桥 RSTING 信号测量

表 4-3　各个芯片及插槽复位信号测试

测试项目	测 试 点	测试结果	
		复 位 时	主板工作时
南桥 PLTRST#信号	R223		
南桥 ACZ_RST#信号	R216		
南桥 PCIRST#信号	R212		
I/O 芯片复位信号 LRESET#	I/O 芯片第 30 脚		
北桥的复位信号 CL_RSTB	R117、R118		
北桥 RSTINB 信号	C63		
IDE 复位信号 IDERST#	IDE 插槽第 1 脚		
PCI Express X16 插槽的复位信号 PWRGD	PCI Express X16 插槽 A11 脚		
PCI Express X1 插槽的复位信号 PWRGD	PCI Express X16 插槽 A11 脚		
网卡的复位信号 PERSTB	网卡第 27 脚		
声卡的复位信号 RESET#	声卡第 11 脚		
PCI 插槽的复位信号 RST	PCI 插槽 A15 脚		

（1）　南桥输出的 PLTRST#信号。
（2）　南桥输出的 ACZ_RST#信号。
（3）　南桥输出的 PCIRST#信号。
（4）　I/O 芯片的复位信号 LRESET#。
（5）　北桥的复位信号 CL_RSTB 和 RSTINB 信号。
（6）　IDE 插槽的复位信号 IDERST#。
（7）　PCI Express X16 插槽的复位信号 PWRGD。
（8）　PCI Express X1 插槽的复位信号 PWRGD。
（9）　集成网卡复位信号 PERSTB。
（10）　集成声卡复位信号 RESET#。
（11）　PCI 插槽复位信号 RST。

4.5.2　主板复位电路故障模拟

1.　DVR G41 主板中复位电路的故障元器件

（1）　复位开关：开关坏、C348 短路。
（2）　PG 信号：C323 短路、C227 短路、C64 短路、R110 开路。
（3）　RSMRST 信号：SR27 开路、SC22 短路、SC21 短路。
（4）　北桥复位：R233 开路、C63 短路、R117 开路。
（5）　PCI 插槽复位：C208 短路、R212 开路。
（6）　集成声卡复位：R216 开路。

4.5.3　主板复位电路故障维修

主板上的复位电路出现故障通常会造成整个主板都没有复位信号，用主板测试卡测试，主板测试卡代码显示“FF”。

主板复位电路故障一般由无 PG 信号，门电路损坏，复位芯片损坏，复位开关无高电平等造成，维修时一般从 RESET 键和电源插座第 8 脚开始。

故障解决步骤。

第 1 步：首先测量 RESET 键的一端有无 3.3 V 的高电平，如果没有，检查复位键到电源插座之间的线路故障，并更换损坏的元器件。

第 2 步：如果有高电位，检测复位开关到南桥是否有低电平输出，如果没有，检查复位开关到南桥之间的线路故障。并更换损坏的元器件。

第 3 步：如果有低电平输出，检测 ATX 电源的第 8 脚（PG 信号）到南桥之间的线路是否有故障，主要检测线路中的电阻器、门电路或电子开关等。如果有故障则更换损坏的元器件。

第 4 步：如果没有故障，接着检查 I/O 芯片、南桥和北桥，通过切线法进行检查。先把进北桥的复位线切断，然后通过测量，如果 PCI 点复位正常，说明故障在北桥芯片。

第 5 步：如果故障依旧，说明故障在南桥和 I/O 芯片之间，接着再通过切线法进一步判断故障是在 I/O 还是在南桥，最后更换 I/O 或南桥芯片即可。

通常主板上某部分无复位信号会造成主板不能开机或者主板不认某些设备的故障。常见的设备复位信号故障判断如下：

CPU 没有复位，而其他复位都正常，一般故障在北桥。

IDE 接口没有复位，一般会造成主板可以开机但不认 IDE 接口设备，故障点在 IDE 到南桥之间。

I/O 没有复位，通常会造成主板不能开机，故障通常在南桥。

4.6　本章练习题

一、选择题

1．下面属于主板复位电路的元器件包括_________。

A. 复位开关　　B. BIOS 芯片

C. I/O 芯片　　D. 南桥芯片

2．主板 CPU 的复位信号由__________产生。

A．南桥　　B. 北桥

C. BIOS 芯片　　D. ATX 电源插座

3．在 ATX 电源工作的瞬间，电源第 8 脚的电压会有一个__________变化的过程。

A. 低电平到高电平　　B. 高电平到低电平

C. 低电平到高电平再到低电平　　D. 高电平到低电平再到高电平

4．下列哪些原因会造成复位电路故障_________。

A. 复位开关（RESET 开关）无高电平　B. 复位芯片损坏

C. 无时钟信号　D. 南桥或北桥损坏

二、填空题

1．主板复位电路主要由________________________________等元器件组成。

2．复位电路中开关的作用是_______________________________。

3．主板复位的主要目的是_______________________________。

三、简答题

1．简述主板复位电路的工作原理。

2．主板没有复位信号时应该怎样进行检修？

3．简述 CPU 复位信号的来源。

4．南桥在主板复位电路中的作用是什么？

第 5 章　主板 CPU 供电电路结构原理及故障检修

5.1　主板 CPU 供电电路结构原理

CPU 核心电压比较低并且有越来越低的趋势，ATX 电源供给主板的 12 V 和 5 V 直流电压不能直接给 CPU 供电，需要一定的电路来进行高直流电压到低直流电压的转换，这些转换电路就是 CPU 的供电电路。

5.1.1　主板 CPU 供电电路的组成

CPU 供电电路主要由 PWM 芯片（脉宽调制芯片）、驱动芯片、电感线圈、MOSFET 管（场效应晶体管）、电解电容器等元器件组成。

1. PWM 芯片

也就是常说的电源管理芯片，主要负责识别 CPU 供电电压，产生相应的矩形波，推动后级电路进行功率输出，常用的 PWM 芯片型号有 ADP3228、ISL6336A、ISL6334、STL6740L、ISL6324 等，其实物图如图 5-1 所示。

图 5-1　PWM 芯片实物图

电源管理芯片有的是双列直插式芯片，现在所用的主要是表面贴装式封装。ISL6334 型芯片是由著名芯片设计公司 intersil 设计。它支持三相电供电，支持 VRM11.1 规范，支持输出电压范围为 0.5～1.6 V，以 0.00625 V 的间隔调整输出，开关频率高达 1 MHz，能精密地调整 CPU 的供电电压。图 5-2 和表 5-1 所示分别为 ISL6334 型芯片引脚图及其功能。

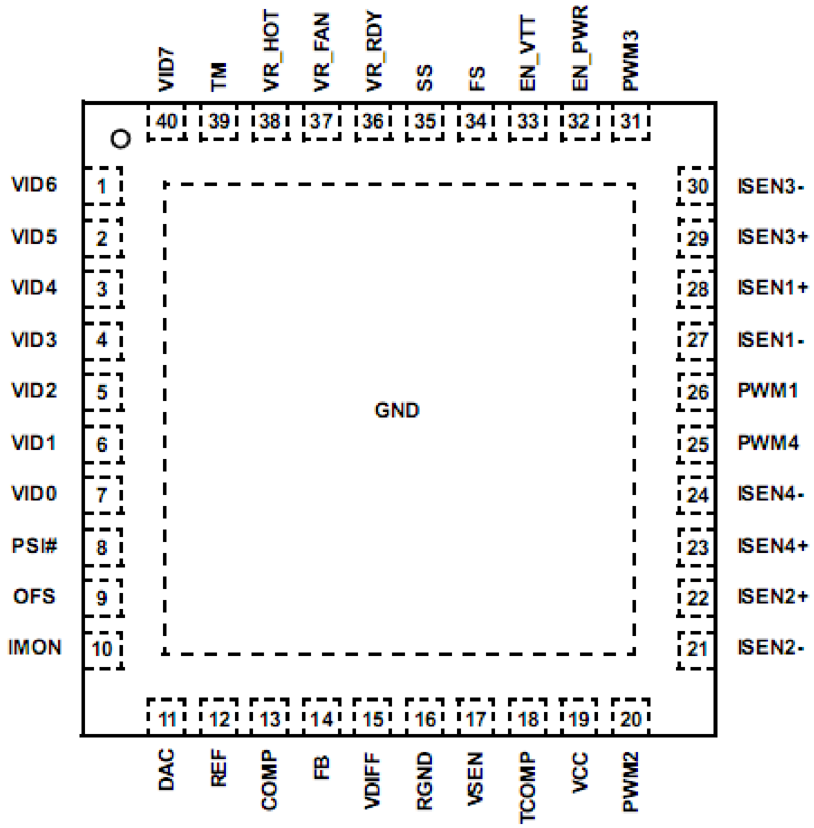


图 5-2　ISL6334 型芯片引脚图

表 5-1　ISL6334 型芯片引脚功能

引　　脚	名　　称	功　　能
1～7、40	VID0-6、7	CPU 供电电压自动识别引脚
8	PSI#	PSI 控制端
9	OFS	REF 偏置电流设置
10	IMON	负载电流监测
11	DAC	VID0-7 数/模转换后输出电压
12	REF	参考电压输入
13	COMP	电压信息反馈端
14	FB	基准电压输入控制
15	VDIFF	CPU 电压反馈输出端
16	RGND	地
17	VSEN	CPU 电压反馈输入端
18	TCOMP	温度补偿比例输入
19	VCC	+5 V 电源，IC 电源
20	PWM2	脉冲宽度调制输出端 2
21、22	ISEN2−、ISEN2+	PWM2 的电流反馈端
23、24	ISEN4+、ISEN4−	PWM4 的电流反馈端
25	PWM4	脉冲宽度调制输出端 4
26	PWM1	脉冲宽度调制输出端 1

（续表）

引　脚	名　称	功　能
27、28	ISEN1−、ISEN1+	PWM1 的电流反馈端
29、30	ISEN3+、ISEN3−	PWM3 的电流反馈端
31	PWM3	脉冲宽度调制输出端 3
32	EN_PWR	12 V 电压准备好，IC 使能
33	EN_VTT	VTT 电压准备好，IC 使能
34	FS	PWM 输出频率调整
35	SS	芯片启动延时控制端
36	VR_RDY	电压输出信号
37	VR_FAN	过温输出信号
38	VR_HOT	过温输出信号
39	TM	温度感应输入信号

2. 驱动芯片

负责驱动 MOSFET 工作产生 CPU 所需要的电压和足够大的电流。

PWM 芯片通过驱动芯片驱动 MOSFET 工作，驱动芯片型号由 PWM 芯片规定，有的 PWM 芯片内部整合驱动芯片。图 5-3 和表 5-2 所示分别为 ISL6612 型芯片引脚图及其功能。

图 5-3　ISL6612 型芯片引脚图

表 5-2　ISL6612 型芯片引脚功能

引　脚	名　称	功　能
1	UGATE	高端场效应晶体管控制信号
2	BOOT	过流保护输入端
3	PWM	PWM 信号输入端
4	GND	地
5	PHASE	相电压输入端、过压保护端
6	PVCC	UGATE 和 LGATE 输出驱动供电
7	VCC	芯片电源
8	LGATE	低端场效应晶体管控制信号

3. 电感线圈

电感线圈是由导线在铁氧体芯环或磁棒上绕制数圈而成的，有线圈式、直立式和固态式等几种，主板 CPU 供电电路中的电感线圈主要包括两种，一种是用来对电流进行滤波的，称为滤波电感器；另一种电感线圈是用来储能的，它和场效应晶体管、电容器配合使用来为 CPU 供电。利用电感器和电容器组成的低通滤波器来过滤供电电路中的高频杂波，以便向 CPU 提供干净的供电电流。如图 5-4 所示为 CPU 供电电路中的电感器。

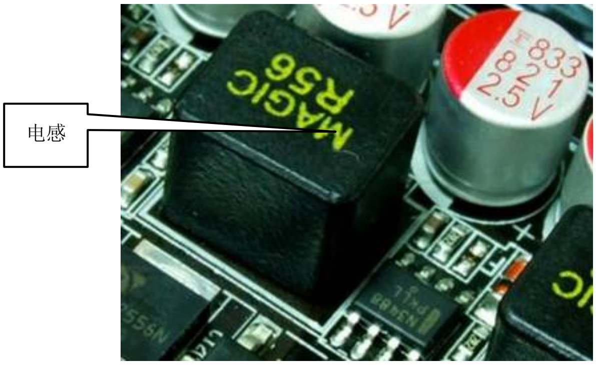


图 5-4　CPU 供电电路中的电感器

4. 滤波电容器

CPU 供电电路的电容器一般采用电解电容器和固态电容器，其电感器、电容器和场效应晶体管的实物形状图如图 5-5 所示。

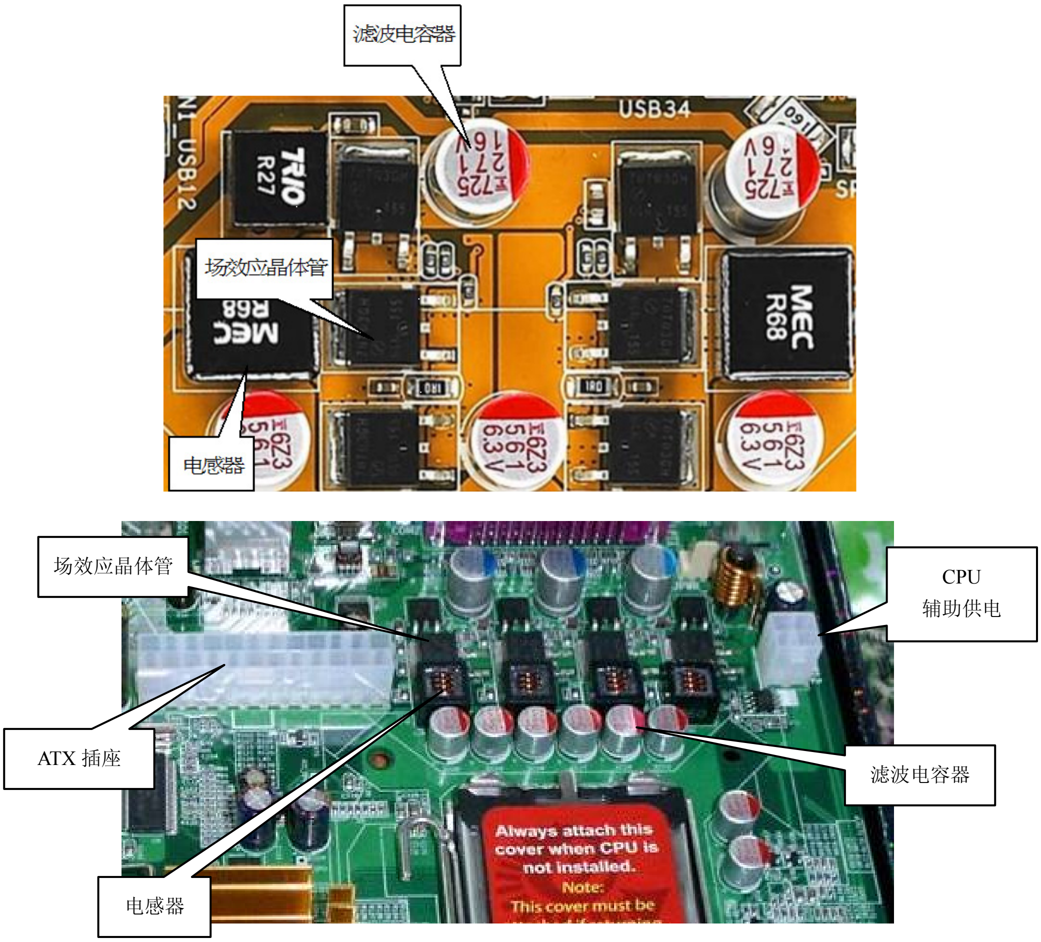


图 5-5　CPU 供电电路中的电感器、电容器和场效应晶体管实物形状图

在电路中，电容器具有隔直通交的特性，它的作用包括以下几个方面：

① 滤波，大部分都用在了直流转换之后的滤波电路中，利用其充放电特性，在储能电感的配合下，将脉冲直流电变为较为平滑的直流电，一般说来大容量电容器适用于滤除低频杂波，而小容量电容器滤除较高频杂波；

② 信号去耦，防止信号在电路之间串扰；

③ 信号耦合，用于将两个电路的直流电位进行隔离时，使信号在电路间传送。

在单相供电电路中，电容器和电感器先前的规格越高以及场效应晶体管的数量越多，就代表了供电电路的品质越好。采用固态电容器则能使供电效果更好。

5. MOSFET

场效应晶体管是金属氧化物半导体场效应晶体管（Metallic Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）的简称，具有开关速度快、内阻小、输入阻抗高、驱动电流小、热稳定性能好、工作电流大、能够进行简单并联等优点，非常适合作为开关管使用。CPU 供电电路中常见的场效应晶体管，如图 5-6 所示。通常其两侧的引脚分别为源极（S）和栅极（G），中间的引脚为漏极（D）。

图 5-6 CPU 供电电路中的场效应晶体管

场效应晶体管在 CPU 供电电路中的作用是在电源管理芯片的脉冲信号驱动下，不断地导通与截止，然后将 ATX 电源输出的电能存储在电感中，再释放给负载（CPU）。在 CPU 供电电路中，场效应晶体管的性能和数量，通常决定着 CPU 供电电路的性能。

5.1.2 主板 CPU 供电电路的工作原理

CPU 供电电路是主板的重要组成部分，其作用是对输送到主板的电流进行调节、稳压，根据 CPU 的不同将电压变换到 CPU 所需要的内核电压值，这样才能使 CPU 正常工作。然后对输出的电流进行整形和滤波，滤除纹波、各种杂波和干扰信号，以保证电脑的稳定工作，主板 CPU 供电稳压性能直接影响电脑能否正常工作，CPU 供电电路一般都位于主板 CPU 插槽附近。

CPU 供电的基本原理图如图 5-7 所示。

CPU 供电电路通常采用 PWM 开关电源方式供电，即由电源管理芯片根据 CPU 工作电源需求，向场效应晶体管发出脉冲控制信号，然后控制场效应晶体管的导通和截止，将电能储存在电感器中，然后再通过电容器滤波向 CPU 输出工作电压。

当电脑开机后，电源管理芯片在获得 ATX 电源输出的+5 V 和+12 V 供电后，为 CPU 提供电压，接着 CPU 电压自动识别引脚发出电压识别信号 VID 给电源管理芯片。电源管理芯片再根据 CPU 的 VID 电压，发出驱动控制信号，控制两个场效应晶体管导通的顺序和频率，使其输出的电压与电流达到 CPU 核心供电要求，为 CPU 提供工作需要的供电。

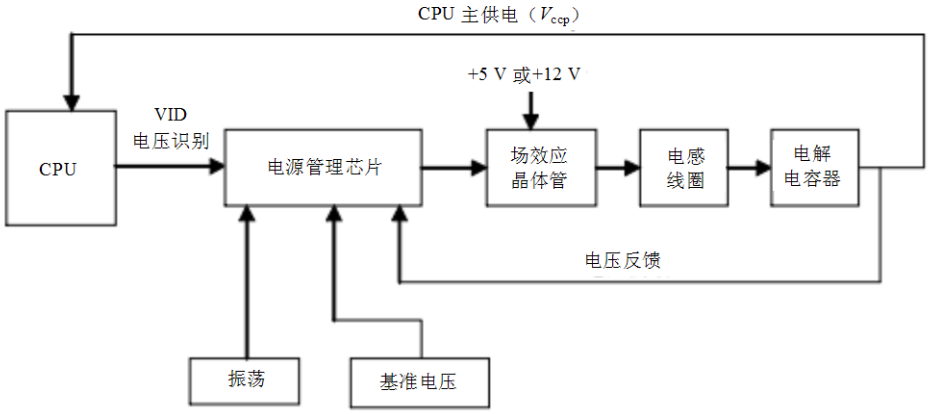


图 5-7　CPU 供电基本原理图

以上供电原理是所有主板最基本的供电原理，在实际的主板中，根据不同型号的 CPU 工作的需要，CPU 的供电方式又分为多种，主要有单相供电、两相供电、多相供电和多组供电电路等几种，下面具体讲解如下。

1. 单相供电电路

单相供电电路可以提供最大 25 A 的电流，主要应用在搭配功率较低的 CPU 主板中。单相供电通常由输入部分的一个线圈、一个电容器、控制部分的一个电源控制芯片、两个场效应晶体管和输出部分的一个电感线圈、若干个电容器组成。如图 5-8 所示为单相供电电路的工作原理图。

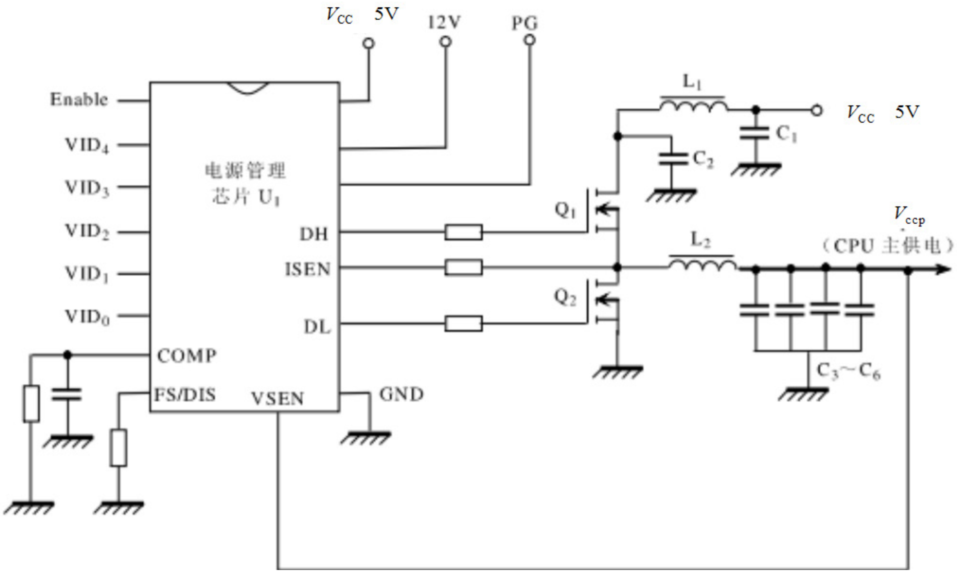


图 5-8　单相供电电路的工作原理图

图中电源控制芯片 U_1 在单相供电电路中通常使用 5054 或 5057 等型号，其中 Enable 引脚的功能为使能端，由北桥内部的电源管理模块控制，以此达到软关机目的；VID0～VID4 为 CPU 电压识别引脚；DH 为高端门驱动脉冲输出端引脚，连接场效应晶体管 Q_1；DL 为

低端门驱动脉冲输出端引脚，连接场效应晶体管 Q_2；电源控制芯片会根据 CPU 的需要，分别向 DH 和 DL 端提供互为反向的矩形波脉冲。

单相供电电路的工作原理如下：

电源开始向主板供电后，电源的+12 V 给电源管理芯片的 DH 端供电，电源+5 V 给电源管理芯片的 DL 端供电，同时+5 V 也给场效应晶体管 Q_1 的 D 极供电。当供电正常后，北桥会向电源管理芯片的 Enable 端发出一个低电平信号，当电源管理芯片接收到低电平信号后，进入工作状态。这时，在电源管理芯片的 DH 端和 SL 端分别输出 3～5 V 的互为反向的电压（即 DH 高电平，DL 就为低电平；DH 低电平，DL 就为高电平），这样将使得 Q_1 和 Q_2 分别导通。

当 DH 端输出高电平时，DL 输出低电平，即 Q_1 的 G 极为高电平，Q_2 的 G 极为低电平。这时，Q_1 导通，Q_2 截止，电流通过电感线圈 L_1 流入电感线圈 L_2，并输出 CPU 主供电，这时电源管理芯片的电压反馈端会将 CPU 主供电输出的电压反馈给电压管理芯片同 CPU 的标准识别电压比较，如果电压与标准电压不相同（误差 7%以内为正常），电源管理芯片将调整 DH 端和 DL 端输出矩形波的占空比，调整输出给 CPU 的主供电电压，直至达到 CPU 要求的电压（场效应晶体管 Q_1 导通时间越长，CPU 主供电电压越高）。供电电路在给 CPU 供电的同时，还会给 L_2 和 C_3～C_6 充电。

当电源管理芯片输出的 DH 为低电平，DL 为高电平时，Q_1 截止，Q_2 导通，由于 Q_2 的 S 极接地，Q_2 将 Q_1 送来的多余电量以电流的形式对地释放，从而保证输出的 CPU 主供电电压。同时 L_2 和 C_3～C_6 开始放电，电感器 L_2 和电容器 C_3～C_6 组成的低通滤波器通过滤波给 CPU 输出较为平滑的纯净电流。

图 5-9 所示为各个时刻不同参照点的电压波形。图 5-10 所示为 CPU 主供电的最终电压波形。

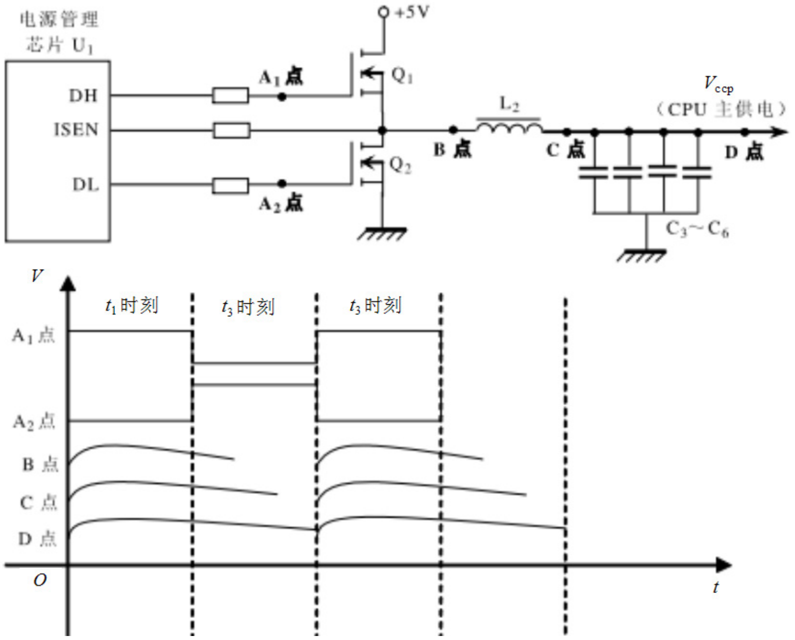


图 5-9　各个时刻不同参照点的电压波形

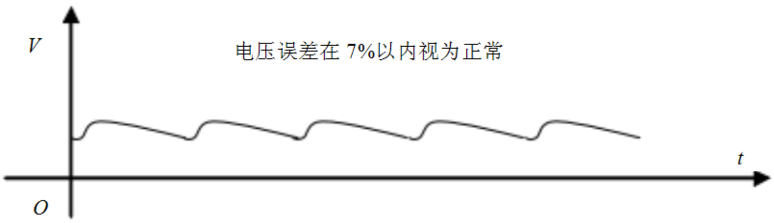


图 5-10　CPU 主供电最终电压波形

2. 两相供电电路

单相供电一般可以提供最大 25 A 的电流，不能满足 CPU 越来越高的功率。单相供电电路无法提供足够的动力，所以出现了两相供电、三相供电和多相供电电路。图 5-11 所示为一个两相供电电路的工作原理图，从图中可以看出，两相供电电路其实就是两个单相电路的并联，因此它可以提供双倍的单相供电电流。

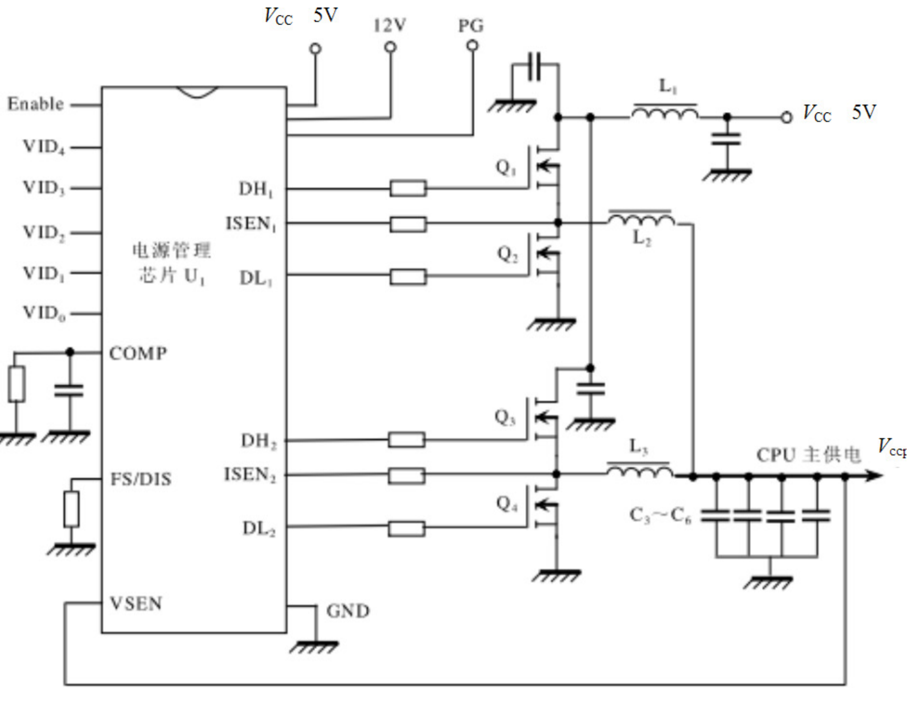


图 5-11　两相供电电路的工作原理图

两相供电电路的工作原理与单相供电电路的工作原理基本相同，即 t_1 时刻 Q_1 导通，Q_2 截止，在二分之一 t_1 时刻 Q_3 导通，Q_4 截止；进入 t_2 时刻，Q_1 截止，Q_2 导通，此时 Q3 仍然处于导通状态，Q_4 仍然截止，在二分之一 t_2 时刻 Q_3 截止，Q_4 导通。也就是说两相供电电路中电源管理芯片给两组供电单元输出的矩形波的相位差为 1/2 相位。

通过两相供电，输向 CPU 的主供电电流更加平滑，电流更大，如图 5-12 所示为两相供电电路中的 CPU 主供电输出电压波形。

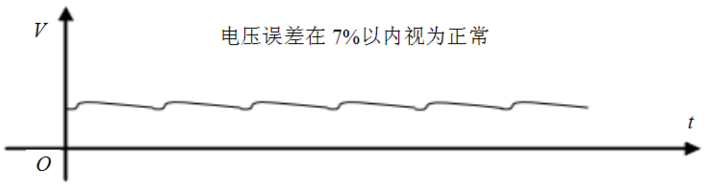


图 5-12　两相供电输出电压波形

3. 多相供电电路

随着 CPU 的工作电压不断降低，而 CPU 的功率却随着频率的上升而不断提高，如今 CPU 的工作电流大于 50 A，为了给 CPU 提供稳定的供电，主板需要使用多相供电来满足 CPU 的工作需求。

多相供电的作用就是为了给 CPU 提供足够可靠的电流，同时由于分流的作用使得每路场效应晶体管的负担减轻，从而降低供电电路的温度，使主板运行更加稳定。

图 5-13 所示为三相供电电路的工作原理图。

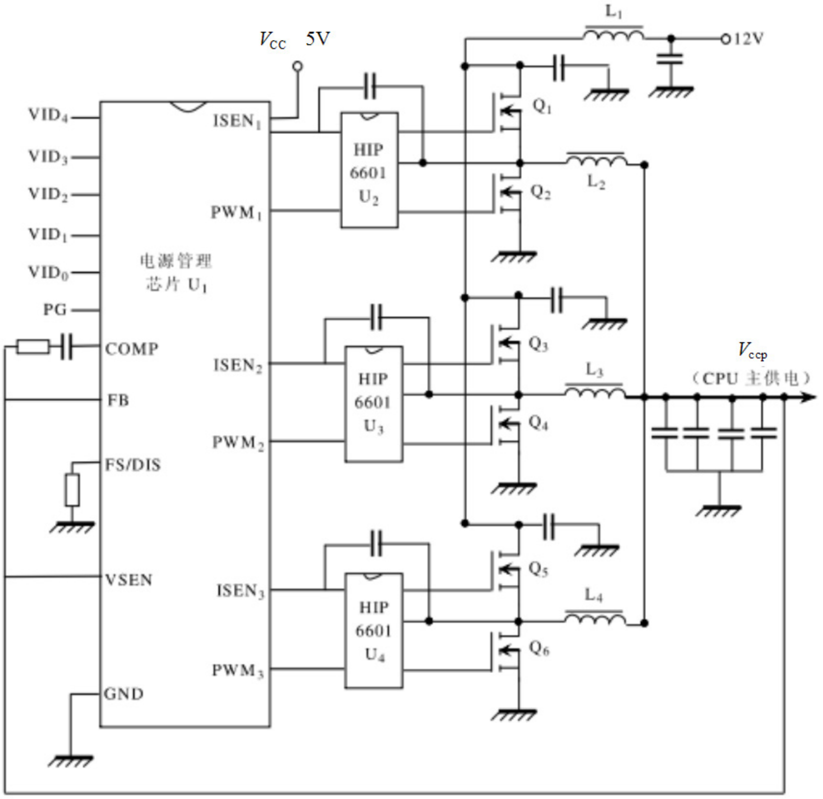


图 5-13　三相供电电路的工作原理图

在图中所示供电电路中。电源管理芯片通常采用 Intelsil 公司的芯片，图中的 U_2～U_4 为从属电源管理芯片，它的作用是信号放大和输出两路相反的脉冲信号，用于控制对应场效应晶体管的导通和截止，与主电源管理芯片共同工作。

多相供电电路中的工作原理与单相供电的工作原理大致相同，只是多相供电电路中每相之间有相位差，相位差大小为360° 除以脉冲控制对数（有多少相就有多少对脉冲控制端）。

当电源管理芯片 U_1 开始工作，当 PWM1 引脚向从属控制芯片发出控制信号时，从属控制芯片 U_2 向场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 输出两路相反的方波，如图 5-14 和图 5-15 所示为各个位置电压及波形图。首先在 t_1 时刻 Q_1 导通、Q_2 截止，电流通过滤波电感器 L_1 流向储能电感器 L_2 并向 CPU 输出供电电压。

在三分之一 t_1 时刻后电源管理芯片 U_1 的 PWM2 向从属控制芯片 U_3 发出控制信号，同时从属控制芯片 U_3 向场效应晶体管 Q_3 和 Q_4 输出两路相反的矩形波，接着 Q_3 导通、Q_4 截止，电流通过滤波电感器 L_1 流向储能电感 L_3 并向 CPU 输出供电电压。

在三分之二 t_1 时刻后，电源管理芯片 U_1 的 PWM3 向从属控制芯片 U_4 发出控制信号，同时从属控制芯片 U_4 向场效应晶体管 Q_5 和 Q_6 输出两路相反的矩形波，接着 Q_5 导通、Q_6 截止，电流通过滤波电感 L_1 流向储能电感器 L_4 并向 CPU 输出供电电压。

在 t_1 时刻结束进入 t_2 时刻时，Q_1 截止，Q_2 导通，电感器 L_2 和电容器 C_3～C_6 组成的低通滤波系统开始输出纯净的电流，同时 Q_3、Q_4、Q_5、Q_6 的状态不变，继续向 CPU 输出供电。

在三分之一 t_2 时刻时，Q_3 截止，Q_4 导通，电感器 L_3 和电容器 C_3～C_6 组成的低通滤波系统开始输出纯净的电流，同时 Q_1、Q_2、Q_5、Q_6 的状态不变，继续向 CPU 输出供电电压。

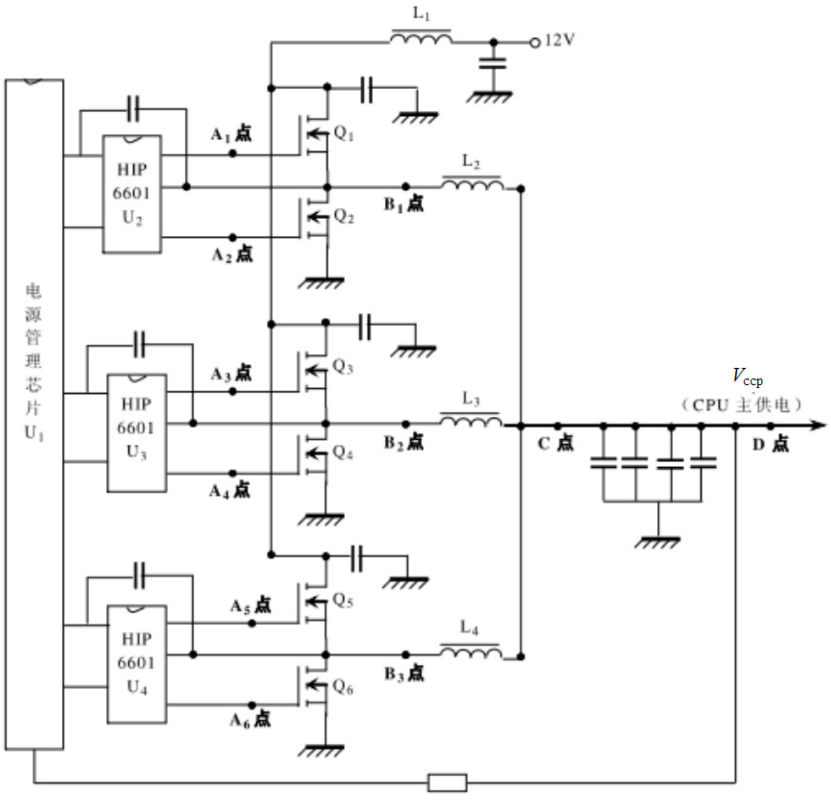


图 5-14　三相供电电路中各位置的电压

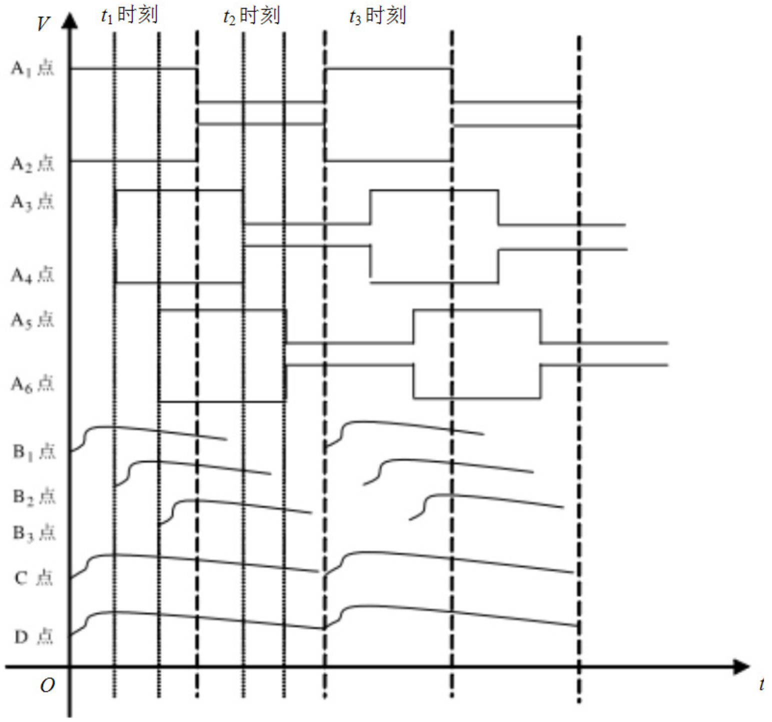


图 5-15　三相供电电路中各个时刻的电压波形

在三分之二 t_2 时刻时，Q_5 截止，Q_6 导通，电感器 L_4 和电容器 C_3～C_6 组成的低通滤波系统开始输出纯净的电流，同时 Q_1、Q_2、Q_3、Q_4 的状态不变，继续向 CPU 输出供电电压。

同时电源管理芯片的电压反馈端会将 CPU 主供电输出的电压反馈给电源管理芯片同 CPU 的所需要的电压（VID 决定 CPU 所需的电压）进行比较，如果电压与 CPU 所要求的电压不同（误差 7%内视为正常），电源管理芯片将调整 PWM 端输出的脉冲信号的占空比，从而调整 CPU 主供电电压，直到达到 CPU 的正确供电电压一致。

多相供电中的各个单相相互叠加，最终的效果类似于将脉冲信号频率提升到几倍，致使输出端电压纹波系数大大减小，同时为 CPU 提供更加稳定的电压和更大的电流，如图 5-16 所示为多相供电输出的电压波形，和单相供电电路输出的电压波形相比，多相供电输出的电压波形更加平滑。

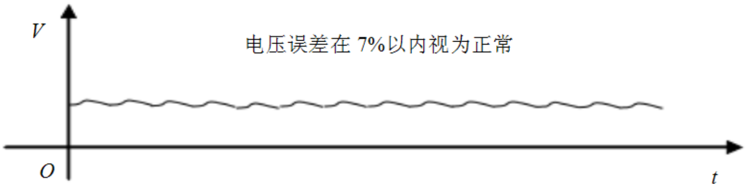


图 5-16　三相供电输出的电压波形

如图 5-17 所示为 Intel G43 主板的 CPU 供电电路的工作原理图。图 5-18 所示为 CPU 供电的 VIN 电路。

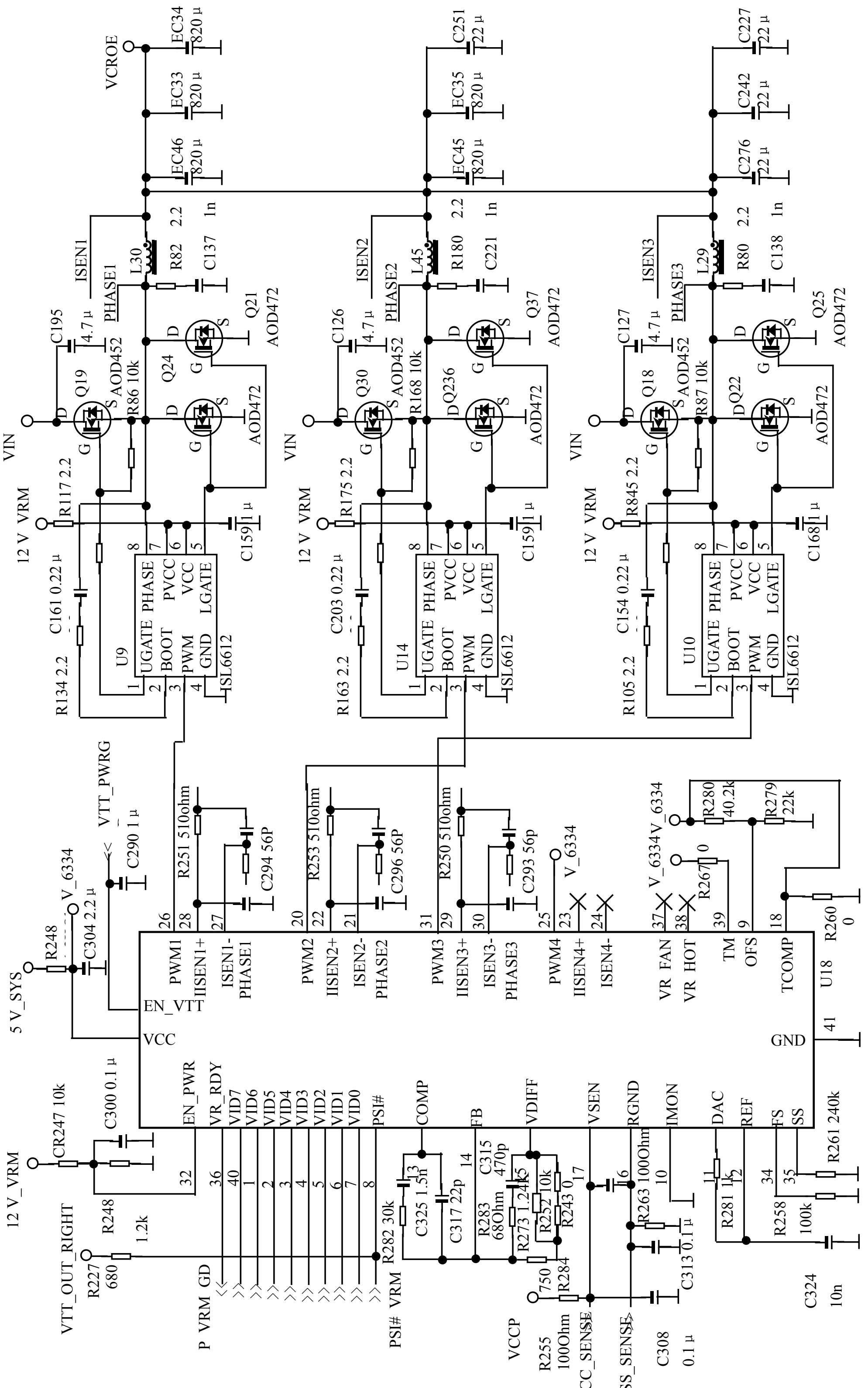


图 5-17 Intel G43 主板的CPU供电电路的工作原理图

在本电路中采用了 Intelsil 公司的 ISL6334 型芯片作为电源管理芯片。ISL6334 型芯片的引脚及其功能如图 5-2 和表 5-1 所示，ISL6334 型芯片可以作为 4 相供电电源管理芯片，在本电路中采用了三相供电。从属电源控制芯片采用的是 ISL6612 型芯片。ISL6612 型芯片的引脚及其功能如图 5-3 和表 5-2 所示。

基本工作原理如下：

电源管理芯片开始工作时，U18 输出的 PWM1 信号（信号周期为 *T*）给 U9，U9 输出 UGate 和 LGate 信号分别给场效应晶体管 Q19 和 Q24、Q21。开始时 UGate 为高电平，LGate 为低电平，Q19 导通，Q24、Q21 截止，VIN 通过 Q19 给 L30 储能并给 CPU 供电。当 UGate 变为低电平，LGate 变为高电平时，Q19 截止，Q24、Q21 导通，L30 上多余的电能通过 Q24、Q21 泄放到地并同时为 CPU 供电。其中有 L30、EC46、EC33、EC34 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

在 *T*/3 时，U18 输出的 PWM2 信号（信号周期为 *T*）给 U14，U14 输出 UGate 和 LGate 信号分别给场效应晶体管 Q30 和 Q36、Q37。开始时 UGate 为高电平，LGate 为低电平，Q30 导通，Q36、Q37 截止，VIN 通过 Q30 给 L45 储能并给 CPU 供电。当 UGate 变为低电平，LGate 变为高电平是，Q30 截止，Q36、Q37 导通，L45 上多余的电能通过 Q36、Q37 泄放到地并同时为 CPU 供电。其中有 L45、EC45、EC35 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

在 2*T*/3 时，U18 输出的 PWM3 信号（信号周期为 *T*）给 U10，U10 输出 UGate 和 LGate 信号分别给场效应晶体管 Q18 和 Q22、Q25。开始时 UGate 为高电平，LGate 为低电平，Q18 导通、Q22、Q25 截止，VIN 通过 Q18 给 L29 储能并给 CPU 供电。当 UGate 变为低电平，LGate 变为高电平时，Q18 截止，Q22、Q25 导通，L29 上多余的电能通过 Q22、Q25 泄放到地并同时为 CPU 供电。其中有 L29、C272、C259、C241、C270 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

CPU 的输出电压反馈回 U18，与 VID0～VID7 所设定电压进行比较，如果不相同，U18 将调整输出 PWM 信号的波形，改变输出的 CPU 主供电电压，直到与 CPU 要求的电压一致。

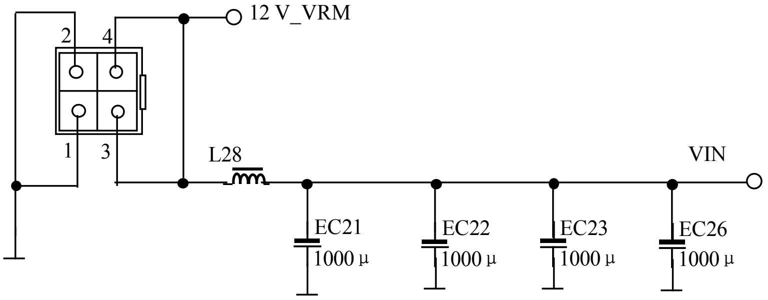
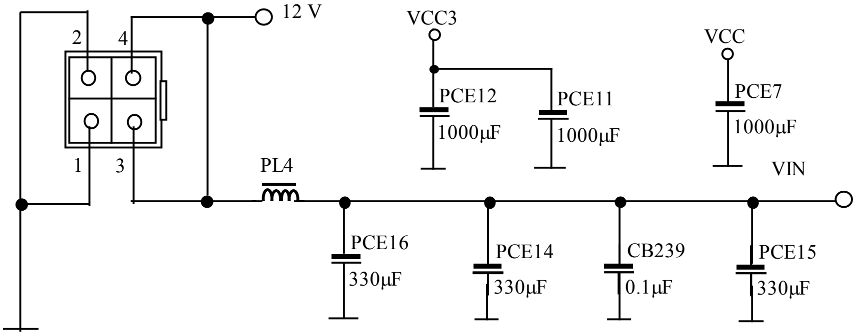


图 5-18　CPU 供电的 VIN 电路

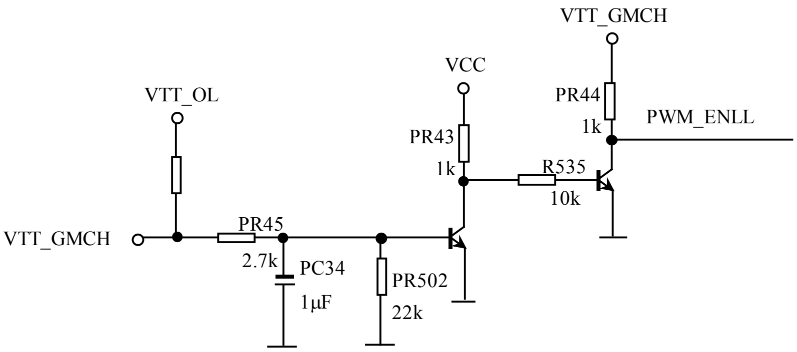
5.2　主板 CPU 供电电路原理分析

5.2.1　主板 CPU 供电原理

以 DVR G41 主板为例讲解 CPU 供电的原理和维修，DVR G41 CPU 供电电路原理图如图 5-19 所示。



（a）



（b）

图 5-19　DVR G41 CPU 供电电路原理图（一）

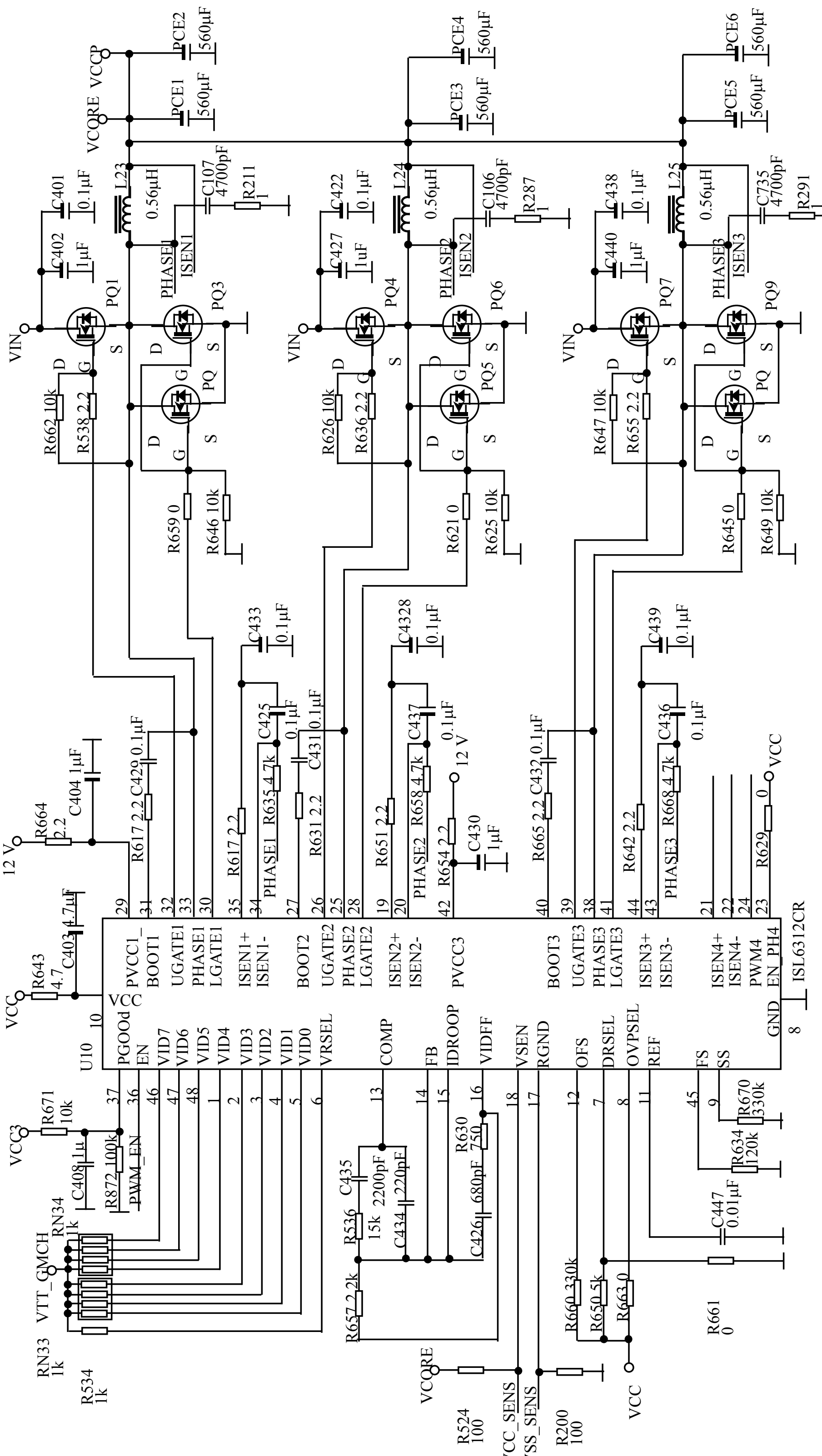


图 5-19　DVR G41 CPU 供电电路原理图（二）

5.2.2　CPU 供电电路芯片

DVR G41 主板 CPU 供电电路中采用了 Intelsil 公司的 ISL6312 型芯片作为电源管理芯片。ISL6312 型芯片是专门针对 4 相供电电路而设计的 PWM 控制芯片，并将 4 相供电电路驱动模块集成到了一个控制芯片上，这样避免在 4 相供电中由于单个 PWM 芯片偏弱而导致系统整体供电电路效率低下。ISL6312 型芯片的引脚封装及引脚功能分别见图 5-20 和表 5-3 所示，在本电路中采用了三相供电。

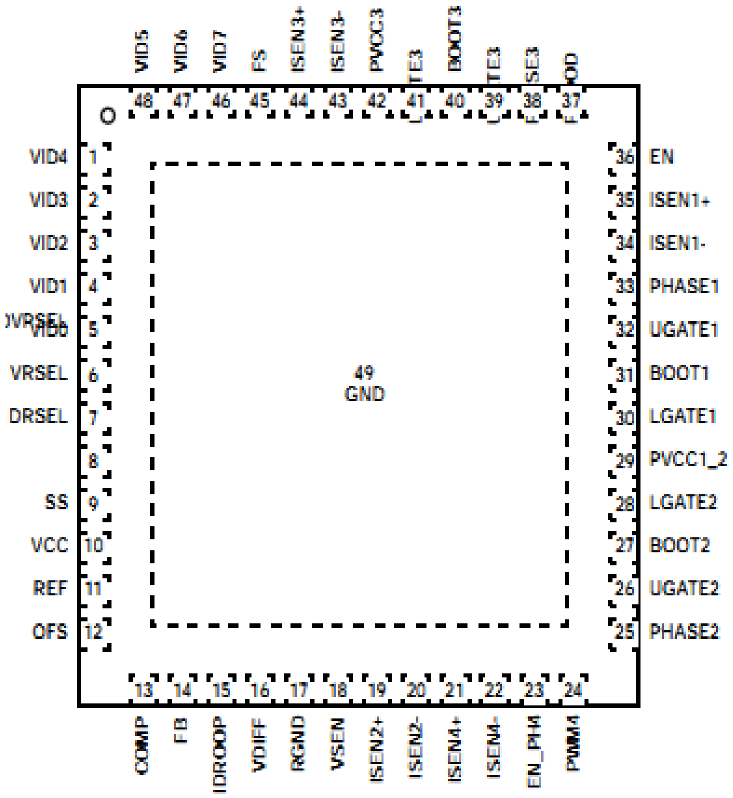


图 5-20　ISL6312 型芯片的引脚封装

表 5-3　ISL6312 型芯片引脚功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	VID4	CPU 电压识别端
2	VID3	CPU 电压识别端
3	VID2	CPU 电压识别端
4	VID1	CPU 电压识别端
5	VID0	CPU 电压识别端
6	VRSEL	内部 DAC 模式选择端
7	DRSEL	PHASE 检测选择端，低电平检测 LGATE 端
8	OVRSEL	过压保护

（续表）

引 脚 号	引脚名称	功　　能
9	SS	芯片软启动开关
10	VCC	电源，采用+5 V 供电
11	REF	参考电压，接内部误差放大器正相输入端
12	OFS	可调直流偏压补偿端
13	COMP	内部误差放大器输出端（反馈信号和参考电压的比较放大）
14	FB	内部误差放大器反相输入端，输入的是 VDIFF 引脚传过来的电压
15	IDROOP	反馈电流经电流检测盒温度补偿后，把各个 PHASE 电流汇总平均电流，通过外部电阻器连接到 FB 端
16	VDIFF	内部微分放大器输出端（第 17、18 脚为输入端），信号通过合适的电阻引入 FB 端
17	RGND	内部微分放大器反相输入端，为 CPU 返回的电压信号
18	VSEN	内部微分放大器正相输入端，为 CPU 返回的电压信号
19	ISEN2+	电流检测输入端 2+
20	ISEN2−	电流检测输入端 2−
21	ISEN4+	电流检测输入端 4+
22	ISEN4−	电流检测输入端 4−
23	EN_PH4	第 4 相 PWM 信号使能端。
24	PWM4	第 4 相 PWM 控制信号输出端。
25	PAHSE2	相电压引脚连接、过压保护端 2
26	UGATE2	高端场效应晶体管控制脉冲输出端 2
27	BOOT2	为上位 N 沟道 MOSFET 提供开启电压 2
28	LGATE2	低端场效应晶体管控制脉冲输出端 2
29	PVCC1_2	场效应晶体管控制脉冲输出端 1、2 组驱动电路电源
30	LGATE1	低端场效应晶体管控制脉冲输出端 1
31	BOOT1	为上位 N 沟道 MOSFET 提供开启电压 1
32	UGATE1	高端场效应晶体管控制脉冲输出端 1
33	PHASE1	相电压引脚连接、过压保护端 1
34	ISEN1−	电流检测输入端 1−
35	ISEN1+	电流检测输入端 1+
36	EN	ISL6312 芯片使能端，大于 0.85 V 芯片开始工作
37	PGOOD	PG 信号输出端
38	PHASE3	相电压引脚连接、过压保护端 3
39	UGATE3	高端场效应晶体管控制脉冲输出端 3
40	BOOT3	为上位 N 沟道 MOSFET 提供开启电压 3
41	LGATE3	低端场效应晶体管控制脉冲输出端 3
42	PVCC3	场效应晶体管控制脉冲输出端 3 驱动电路电源
43	ISEN3−	电流检测输入端 3−
44	ISEN3+	电流检测输入端 3+
45	FS	工作频率设置端，改变输出的 PWM 信号频率
46	VID7	CPU 电压识别端
47	VID6	CPU 电压识别端
48	VID5	CPU 电压识别端

ISL6312 的引脚 6（VRSEL）和引脚 46（VID7）是 DAC 工作模式控制器，改变这两个引脚的电压，可以使 ISL6312 在 VR10、VR11、AMD 5bit 和 AMD 6bit 等工作模式之间进行控制，工作模式控制如表 5-4 所示。

表 5-4　ISL6312 工作模式控制

DAC 模式	VRSEL 引脚电压	VID7 引脚电平
VR10	VRSEL<0.6 V	——
VR11	0.8 V<VRSEL<3.0 V	——
AMD 5bit	3.0 V<VRSEL<VCC	低电平
AMD 6bit	3.0 V<VRSEL<VCC	高电平

5.2.3　CPU 供电电路的工作条件

1.　供电

供电分为 3 路：

一路为 ISL6312 型芯片提供 5 V 供电，为第 10 脚。直接由 ATX 电源插座提供。

一路提供 12 V 的驱动极供电。分别为第 29 脚，为 UGATE1、LGATE1、UGATE2 和 LGATE2 型芯片输出极提供电源，直接由 CPU 辅助供电接口供电。

一路为 CPU 辅助供电接口来的 12 V 的场效应晶体管供电。由 CPU 辅助供电接口经电感器 PL4 由 PCE16、PCE14、PCE15 和 CB239 滤波后送到场效应晶体管 PQ1、PQ4 和 PQ7 的 D 极，为三相 CPU 的供电电路中的场效应晶体管供电。

2.　使能信号

ISL6312 型芯片的第 36 脚为使能端，当其电压大于 0.85 V 时，芯片才能开始工作。

由 VTT_GMCH（北桥总线上拉电压，由内存供电经变换后得到），经 PR45 输入到 PQ11 的基极（B 极），使 PQ11 导通，PQ11 集电极（C 极）为低电平，这个电压经 R535 送到 PQ10 的基极，因基极电压为低电平（约为 0.3 V），PQ10 截止，PQ10 集电极为高电平，这个电压直接连接到 ISL6312 型芯片的 EN 端，让 ISL6312 型芯片可以正常工作。

3.　软开关

ISL6312 型芯片的第 9 脚为软开关，外接 R670 到地。

4.　VID 信号（输出电压控制）

VID 信号控制为 ISL6312 型芯片的第 1～6 脚和第 46～48 脚，直接接到 CPU，当接上正常的 CPU，开机后，CPU 即可提供 VID 信号给 ISL6312 型芯片。

在满足 CPU 供电电路的工作条件之后，CPU 供电电路即开始工作。DVR G41 CPU 供电电路基本工作过程如下：

电源管理芯片开始工作时，U10 输出 UGate1 和 LGate1（信号周期为 *T*）信号分别给场效应晶体管 PQ1 和 PQ2、PQ3。开始时 UGate1 为高电平，LGate1 为低电平，PQ1 导通、PQ2、PQ3 截止，VIN 通过 PQ1 给 L23 储能并给 CPU 供电。当 UGate1 变为低电平，LGate1 变为高电平时，PQ1 截止，PQ2、PQ3 导通，L23 上多余的电能通过 PQ2、PQ3 泄放到地

并同时为 CPU 供电。其中由 L23、PCE1、PCE2、PCE3、PCE4、PCE5、PCE6 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

在 *T*/3 时，U10 输出 UGate2 和 LGate2（信号周期为 *T*）信号分别给场效应晶体管 PQ4 和 PQ5、PQ6。开始时 UGate 为高电平，LGate2 为低电平，PQ4 导通、PQ5、PQ6 截止，VIN 通过 PQ4 给 L24 储能并给 CPU 供电。当 UGate2 变为低电平，LGate2 变为高电平时，PQ4 截止，PQ5、PQ6 导通，L24 上多余的电能通过 PQ5、PQ6 泄放到地并同时为 CPU 供电。其中由 L24、PCE1、PCE2、PCE3、PCE4、PCE5、PCE6 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

在 2*T*/3 时，U10 输出 UGate3 和 LGate3（信号周期为 *T*）信号分别给场效应晶体管 PQ7 和 PQ8、PQ9。开始时 UGate 为高电平，LGate3 为低电平，PQ7 导通，PQ8、PQ9 截止，VIN 通过 PQ7 给 L25 储能并给 CPU 供电。当 UGate3 变为低电平，LGate3 变为高电平时，PQ7 截止，PQ8、PQ9 导通，L25 上多余的电能通过 PQ8、PQ9 泄放到地并同时为 CPU 供电。其中由 L25、PCE1、PCE2、PCE3、PCE4、PCE5、PCE6 等电容器构成低通滤波系统将输出给 CPU 的主供电进行滤波，保证输出电压平滑。

CPU 的输出电压反馈回 U10，与 VID0～VID7 所设定电压进行比较，如果不相同，U10 将调整输出 UGATE 和 LGATE 信号的波形，改变输出的 CPU 主供电电压，直到与 CPU 要求的电压一致。

5.3　CPU 供电电路检测流程

CPU 供电电路的故障主要是由于电路中的场效应晶体管损坏，或为场效应晶体管供电的电容器损坏，或为与场效应晶体管相连的低通滤波系统中的电容器或电源管理芯片的故障造成的。检修流程如图 5-21 所示。

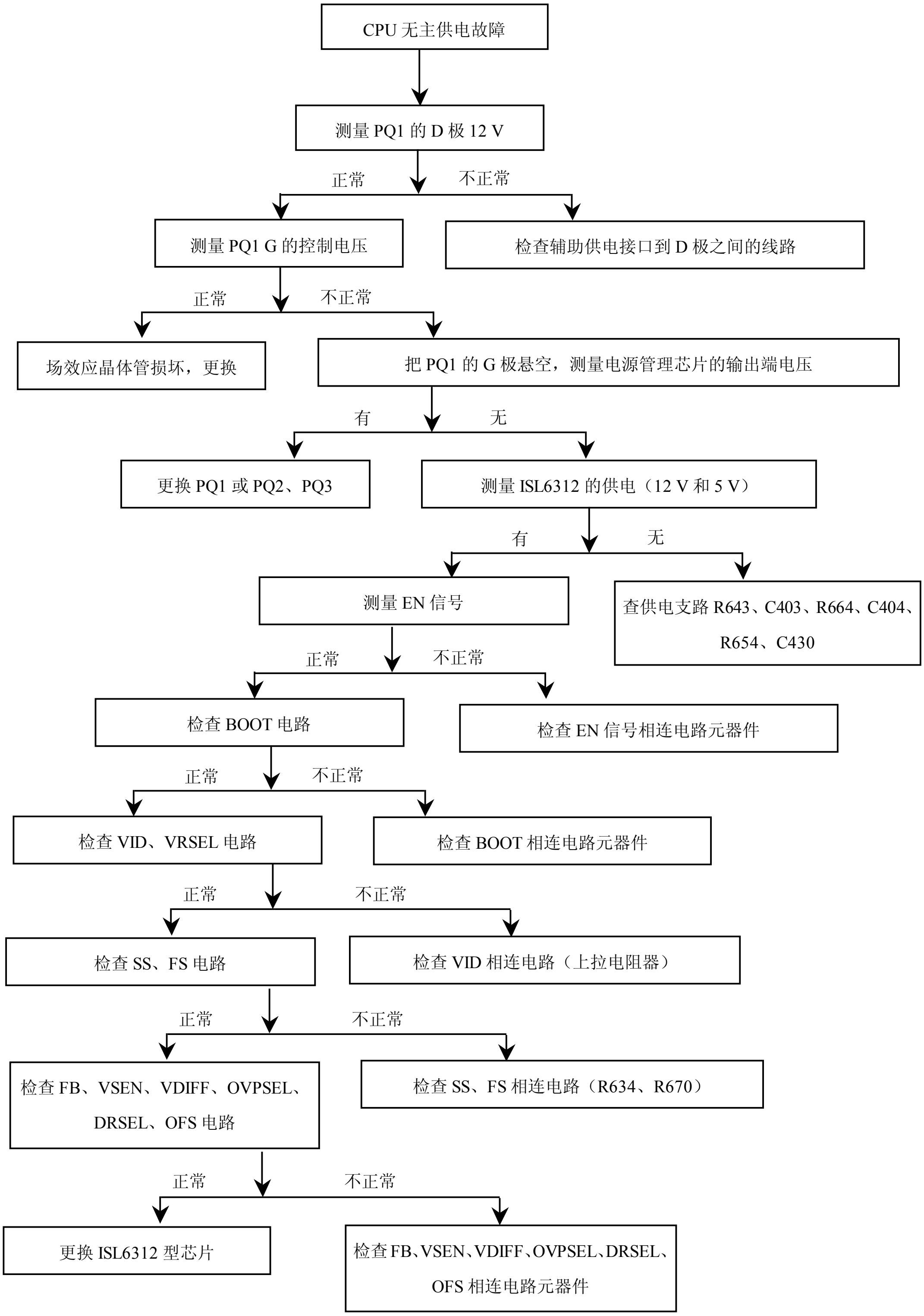


图 5-21 CPU 供电电路检修流程

5.4　CPU 供电电路检修思路

1. CPU 无供电故障检修思路

（1） 在不装 CPU 的情况下，用万用表测量一下 CPU 的对地数值，无 CPU 时，最小 20 Ω左右。有 CPU 时最小 3～4 Ω，很容易被看做短路，注意：在刚接上万用表的时候，表盘的读数还不稳定，等表盘的读数稳定后再读数。

（2） 如果 CPU 供电电感器对地短路，重点检查元器件有：

① CPU 供电的滤波电容器（无极性的）。

② CPU 供电下管击穿。

③ CPU 供电芯片损坏。

（3） 如果下管击穿，则需要连同上管一起更换，而且需要用相同型号的场效应晶体管来代换。

（4） 如果 CPU 供电电感器对地没有短路，则按照下面方法进行检修：

① 测量上管的 D 极有没有 12 伏的电压，如果没有，检查从电源接口到上管 D 极的电路。

② 上管 D 极有 12 伏的电压后，测量 VID 的线是否正常，需要接 CPU 或者假负载，这六根不能全部接地，否则为 CPU 或 CPU 供电芯片损坏。

③ 如果没有对地短路的，但是全部对地不通，很有可能是 CPU 座虚焊或者 CPU 管理芯片损坏。

④ VID 如果没有问题，则检查 CPU 管理芯片的工作条件：

- 供电电压多数是 5 V，如果没有，检查芯片供电脚到电源插排之间电压。
- EN 信号，正常时大于 0.8 V，电压不正常时，检查外接电路。
- SS 信号，软开关信号，不正常时查看外接电阻器。
- BOOT 外脚接电容器，坏掉后造成芯片不工作。
- 如果以上信号都正常，则更换芯片或者场效应晶体管。

注意：

禁止在没有电源管理芯片的情况下，给主板通电，这样可能会造成烧坏场效应晶体管的故障。

2. CPU 供电电压低或高的检修

因为有供电，所以元器件损坏的可能性比较小：

（1） VID 不良的原因：CPU 座虚焊。

（2） CPU 供电滤波电容器有漏电，直接全部更换。

（3） 高低端管不良。

（4） 供电芯片不良。

（5） 反馈支路有故障。

3. CPU 供电电路故障检测点

（1） 易损坏元器件。

CPU 供电电路中的易损坏元器件主要有电源管理芯片、场效应晶体管、电感器、滤波电容器、限流电阻器等。

（2） 故障检测点。

故障检测点 1：场效应晶体管

场效应晶体管损坏，将导致 CPU 主供电没有电压输出，造成不能开机，并且在 CPU 供电电路场效应晶体管是最容易被烧毁的元器件。所以在维修时首先应该检查场效应晶体管是否正常。场效应晶体管好坏的判断方法为：首先将数字式万用表置于电阻挡（二极管位置或高阻挡），将表笔的（-）（即数字表的黑笔）接场效应晶体管的源级。先用表笔（+）接触场效应晶体管的栅极，然后在将表笔（+）移到场效应晶体管漏极，观察其读数；然后用手捏住场效应晶体管栅极和源极（即为场效应晶体管放电），松手后，再去测场效应晶体管漏极－源极电阻，观察两种情况的电阻值变化：若前者较小，后者较大，则场效应晶体管正常；若两者变化不大（都较小或较大），则场效应晶体管已损坏。

故障检测点 2：电源管理芯片

电源管理芯片损坏后，其输出端无输出信号，将无法控制场效应晶体管工作，即无法为 CPU 提供电源。电源管理芯片好坏的判断方法：首先测量电源管理芯片的工作条件是否满足（电源、控制端、基准电压、使能端等），如果工作条件满足却没有输出信号，则电源管理芯片已经损坏。

故障检测点 3：滤波电容器

电容器的损坏可能导致无法正常为电源电源芯片提供电源（电源管理芯片输入端的滤波电容器）、无法为 CPU 供电提供供电（CPU 供电输出端的滤波电容器）或 CPU 供电不稳定。电容器好坏的判断方法为：对于 1 μF 以上的电容器，如果用指针式万用表，一般用 R×1k 挡；对于 1 μF 以下的电容器，用 R×10 k 挡，将表笔分别接上电容器的两极。这时万用表指针将摆动，然后慢慢恢复到零位或零位附近。这样的电容器是好的。电容器的电容量越大，充电时间越长，指针向 0 方向摆动得也越慢。如果接上后，指针不动显示的电阻值很少并不动，可以判断电容器已经损坏。如果用数字式万用表的测电容挡，可直接读到电容器的电容量（当然会有一点误差），如果读数和标示值相差太远或没有电容量，就可判断此电容器已经损坏。

5.5 主板 CPU 供电电路实训

5.5.1 主板 CPU 供电电路数据测试

1. CPU 辅助供电

由于 CPU 的功率越来越大，从 P4 开始，ATX 电源就有一个专用 CPU 辅助供电接口

用于为 CPU 提供电源。这个电源的供电电压为 12 V，测量电路如图 5-22 所示，可以直接测量电源插座上的电压。

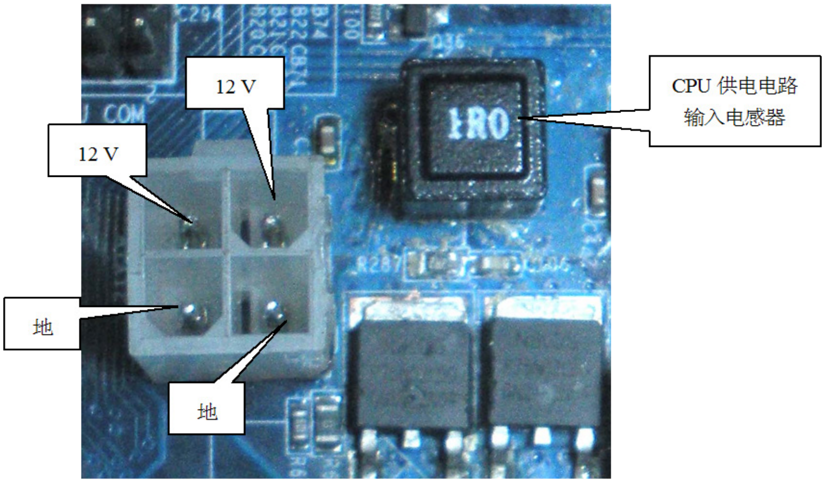


图 5-22　CPU 辅助供电接口

2. CPU 供电电压测量

为 CPU 供电的电源，是由 12 V 电压转换而得到的。CPU 的核心供电电压需要接上 CPU 时才有这个供电电压存在，在测量的时候可以上 CPU 假负载来测量或者测量 CPU 供电的外接电容器上测量，这些电容器包括：C218、C220、C221、C222、C224、C251、C257、C9、C10、C1、C2、C3、C4、C5、C6、C7、C9、C10、C11 等 CPU 插座边上的电容器。这个电压的测量如图 5-23 所示。

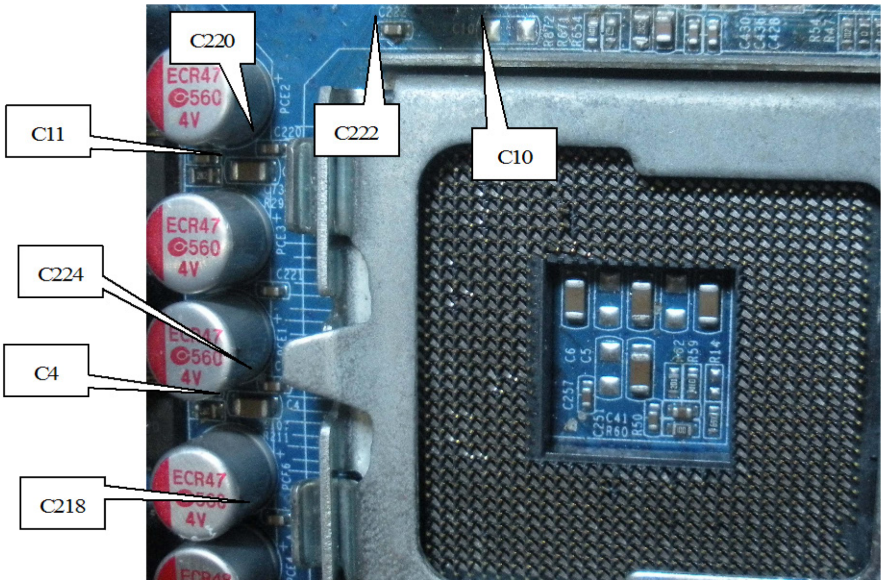


图 5-23　CPU 供电电压 VCORE 测量点

3. 场效应晶体管测量

场效应晶体管共有 9 个，分为 3 组，每组 3 个场效应晶体管（1 个上管，两个下管），每组为 1 相，CPU 供电的输出电压就由这 3 相 9 个场效应晶体管导通、截止时间控制的。场效应晶体管的测量如图 5-24 所示。将测量结果填入表 5-5 所列的表格中。

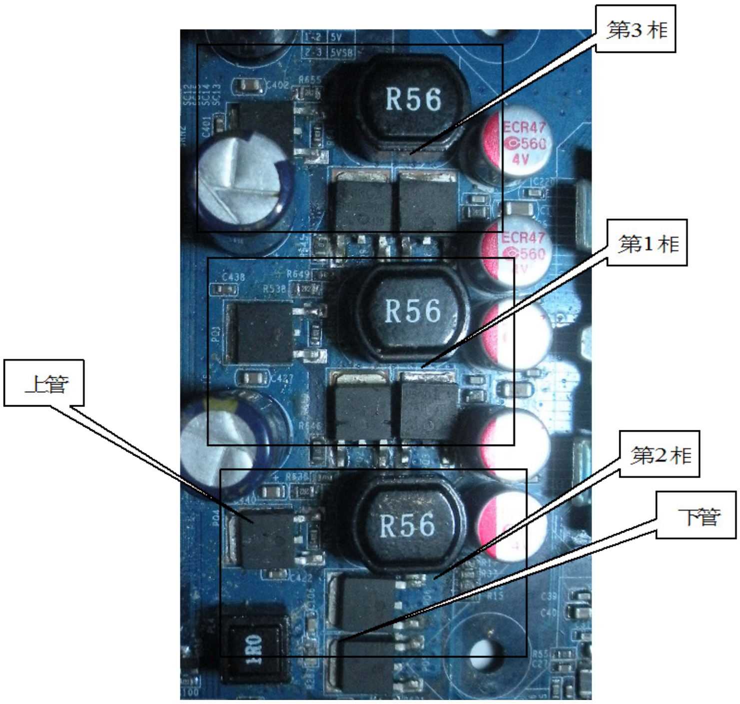


图 5-24　CPU 供电电路中的场效应晶体管

表 5-5　CPU 供电电路中的场效应晶体管测量

相　　数	场效应晶体管	引　　脚	电阻值（Ω）		电压（V）
			正　　向	反　　向	
1	PQ1	G			
		D			
		S			
	PQ2、PQ3	G			
		D			
2	PQ4	G			
		D			
		S			
	PQ5、PQ6	G			
		D			
3	PQ7	G			
		D			
		S			
	PQ8、PQ9	G			
		D			

4.　电源管理芯片的测量

电源管理芯片根据 CPU 的需求电压来调整场效应晶体管的导通、截止时间来控制输出的 CPU 供电电压，保证最终的 CPU 供电电压时 CPU 所需要的电压值。对电源管理芯片的测量主要是测量电源管理芯片的工作条件和输出控制信号的测量。电源管理芯片的测量如图 5-25 所示，并将测量结果填入表 5-6 所列的表格中。

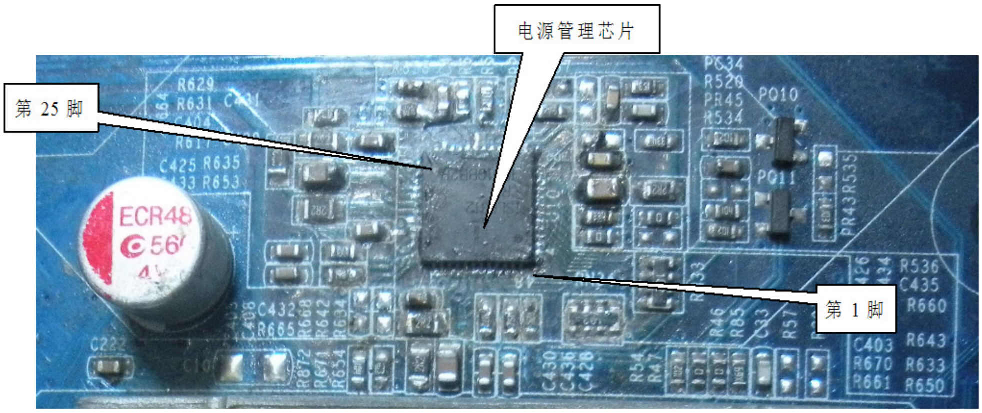


图 5-25　电源管理芯片的测量

表 5-6　电源管理芯片测量

项　　目	引 脚 号	电阻值（Ω）		电压（V）
			-	
输出信号	32	-	-	
	30	-	-	
	26	-	-	
	28	-	-	
	39	-	-	
	41	-	-	
电源	10		-	
	29		-	
	42		-	
使能端	36			
软开关	45			
VRSEL	6			
VID0	5			
VID1	4			
VID2	3			
VID3	2			
VID4	1			
VID5	48			
VID6	47			
VID7	46			

（1） 电源管理芯片的输出。

输出的 3 相控制信号的测量，分别是第 32 脚、第 30 脚、第 26 脚、第 28 脚、第 39 脚、第 41 脚所输出的脉冲信号来控制场效应晶体管 PQ1～PQ9 的导通、截止情况，调整 CPU 电压的输出。

（2） 供电。

芯片供电：第 10 脚。

脉冲信号输出端供电：PVCC1_2：1、2 相输出端电源，第 31 脚。PVCC3：3 相输出端电源，第 42 脚。

（3） 使能信号。

电源管理芯片使能端，第 36 脚。

（4） 软开关。

电源管理芯片软开关，第 9 脚。

（5） VID 信号（输出电压控制）。

电源供电电压设定：分别为第 1～6 脚、第 46～48 脚。

5.5.2 主板 CPU 供电电路故障模拟

CPU 供电电路可以作为故障模拟的元器件包括：

（1） 场效应晶体管供电电路：PL4 开路、C401 短路、C402 短路。

（2） 场效应晶体管：PQ1 与 PQ2 或 PQ2 同时短路（只短路 PQ2 或 PQ3 可能会造成 PQ1 烧坏），PQ4 与 PQ5 或 PQ6 同时短路（只短路 PQ5 或 PQ6 可能会造成 PQ4 烧坏），PQ7 与 PQ8 或 PQ9 同时短路（只短路 PQ8 或 PQ9 可能会造成 PQ7 烧坏）。

（3） 电源管理芯片及相连电路：电源管理芯片 ISL6312 坏，C405 短路、PQ10CE 短路、PR44 开路，R643 开路、C403 短路、R664 开路、C404 短路、R654 开路、C430 短路，R617 开路，C429 损坏、R631 开路、C431 损坏、R665 开路，C432 损坏。

5.5.3 主板 CPU 供电电路故障维修

1. CPU 供电电路常见故障

开机后黑屏，CPU 不工作。

2. 造成 CPU 供电电路故障的原因

（1） 场效应晶体管损坏；

（2） 滤波电容损坏；

（3） 电源管理芯片损坏。

3. CPU 供电电路常见故障分析

（1） 开机后黑屏，CPU 不工作。

计算机开机后黑屏，用主板诊断卡测试，主板诊断卡测试出 CPU 未工作，测试 CPU 各供电不正常，应该是 CPU 供电电路出现故障。

而 CPU 供电电路故障一般是由电源管理芯片损坏、场效应晶体管损坏、滤波电容器损

坏、限流电阻器损坏等原因造成的。

故障检测步骤。

第 1 步：检测场效应晶体管的 S 极是否有电压输出，如果有电压输出，说明场效应晶体管正常，接着检测下管是否损坏，如果损坏则更换损坏元器件。

第 2 步：如果场效应晶体管正常，则故障可能在输出端的低通滤波系统，检测低通滤波系统的电容器、电感器是否损坏，若有损坏则更换。

第 3 步：如果场效应晶体管上管的 S 极没有电压输出，则可能是场效应晶体管供电不正常或电源管理芯片损坏或场效应晶体管损坏造成的，接着检测上管的 D 极供电是否正常，如果不正常，检测电源插座到场效应晶体管的 D 极间的线路中损坏的元器件并更换。

第 4 步：如果上管的 D 极供电正常，接着将场效应晶体管的 D 极悬空，然后检测上管的 S 极是否有电压。以判断是电源管理芯片还是场效应晶体管本身损坏。

第 5 步：如果有电压，说明电源管理芯片向场效应晶体管的 G 极输出了控制信号，故障应该是在场效应晶体管本身，更换故障场效应晶体管即可。

第 6 步：如果上管的 S 极无电压，接着检测电源管理芯片的输出端是否有电压，如果有电压输出，则检测输出端到上管的 G 极之间的线路故障或场效应晶体管品质下降不能使用，首先检测 G 极到电源管理芯片的输出端的线路故障，如果正常，更换场效应晶体管（如果有从属电源管理芯片应该先检查从属管理芯片故障）。

第 7 步：如果电源管理芯片的输出端无电压，接着检查电源管理芯片的供电引脚电压是否正常，如果不正常，检查电源管理芯片到电源插座之间线路上的元器件故障，并更换有故障的元器件。

第 8 步：如果电源管理芯片的供电正常，接着检测电源管理芯片的 PG 引脚电压是否正常，如果不正常，检查电源插座的第 8 脚到电源管理芯片的 PG 引脚之间线路中的元器件故障，并更换有故障的元器件。

第 9 步：如果 PG 引脚电压正常，则检查电源管理芯片的工作条件的外围电路（VID、软开关、反馈支路等），并更换损坏元器件。

第 10 步：如果电源管理芯片外围工作条件都正常，则是电源管理芯片损坏，更换电源管理芯片即可。

（2） 计算机使用过程中经常出现重启现象。

如果计算机在使用过程中经常出现重启，造成此故障的原因较多，可能是由于计算机 ATX 电源工作部稳定或功率不够，由于市电不稳定，或为 CPU 供电电路工作不稳定造成，对于前两种情况可以使用万用表测量市电的电压变化情况和用替换法检测 ATX 电源是否正常，对于 CPU 供电电路的故障主要由于 CPU 供电电路中某些元器件性能下降工作不稳定造成供电时好时坏，容易出现故障的元器件主要是场效应晶体管、滤波电容器等。

故障检测步骤。

第 1 步：首先插上诊断卡和 CPU 假负载，然后开机，发现诊断卡的代码显示正常，接着用万用表测量 CPU 的主板供电测试点电压是否正常，如果不正常，可以按照前面简介的方法排除故障。

第 2 步：如果 CPU 主板供电测试点的电压正常，用示波器测量 CPU 主板供电测试点的波形，如果波形很乱，则是 CPU 供电滤波不良，仔细检查 CPU 滤波电容器是否有温度

过高等故障，并替换故障电容器即可。

第 3 步：如果波形正常，接着测量 CPU 供电电路中的场效应晶体管 S 极的波形（先测温度较高的场效应晶体管），如果波形很乱，说明场效应晶体管性能下降而导致 CPU 供电电流强度不够，更换场效应晶体管即可。

5.6 本章练习题

一、选择题

1．主板的 CPU 供电电路中主要包括下列哪些元器件_________。

A. 电源管理芯片　　B. 电解电容器

C. 电感线圈　　D. 场效应晶体管（MOSFET）

2．CPU 供电电路中的易坏元器件，主要有_________。

A. 电源管理芯片　　B. 电解电容器

C. 电感线圈　　D. 场效应晶体管（MOSFET）

3．下面哪种供电方式能为 CPU 提供更加稳定的电压和更加强劲的电路_________。

A. 单相供电　　B. 两相供电

C. 三相供电　　D. 四相供电

4．没有上 CPU 时测量 CPU 主供电对地短路的原因可能是_________。

A. 场效应晶体管上管烧坏　　B. 场效应晶体管下管烧坏

C. 储能电感器短路　　D. 电源管理芯片损坏。

5．CPU 提供给电源电源芯片的 VID 信号的作用是_________。

A. CPU 将核心电压反馈给电源管理芯片　　B. CPU 将核心温度反馈给电源管理芯片

C. CPU 将需要的电压值给电源管理芯片　　D. CPU 将需要的电流值给电源管理芯片

6．以下不属于电源管理芯片的工作条件的是_________。

A. 供电正常　　B. SS 正常

C. 反馈正常　　D. 使能正常

二、填空题

1．单相供电电路可以提供最大______________________________的电流。

2．CPU 供电电路中的低通滤波系统由__________和__________组成。

3．电源管理芯片的标准电压由______________________________提供。

4．CPU 供电电路中电感器的作用是______________________________。

三、简答题

1．简述 CPU 三相供电电路的工作过程。

2．简述多相供电电路工作原理。

3．CPU 供电电路中场效应晶体管的作用是什么？

4．怎么判断场效应晶体管的好坏？

第 6 章　主板南北桥供电电路结构原理及故障检修

主板中南北桥芯片组需要的电压主要有 3～5 种，包括 3.3 V 电压、2.5 V 电压、1.8 V 电压、1.5 V 电压、1.05 V 电压等。由于芯片组需要的工作电压较多，因此主板一般都设计有专门的南北桥供电电路为南北桥芯片组供电，3.3 V 由开关电源直接提供，其他电压需要转换后提供。

6.1　主板南北桥供电电路结构原理

南北桥的供电电路方式和内存的供电电路基本相同，主要包括由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路两种类型。

6.1.1　主板南北桥供电电路组成

南北桥供电电路主要由电源管理芯片、运算放大器、电阻器、滤波电容器、电感器、场效应晶体管等组成。

1.　低压差电压调节器 1117 系列

1117 系列稳压器有可调板与多种固定电压板两种，设计用于提供 1A 输出电流且工作压差可低至 1 V。在最大输出电流时，1117 系列器件的电压差保证最大不超过 1.3 V，并随负载电流的减小而逐渐降低。

- 常见的 1117 系列稳压器有 LM1117、AMS1117、NCV1117、RC1117、LD1117 等。
- 1117 系列稳压器封装有 SOT-223、TO-263 和 TO-252 等。
- 1117 系列稳压器固定电压输出有 1.5 V、1.8 V、2.0 V、2.5 V、2.85 V、3.0 V、3.3 V、5 V、12 V 等电压。
- 1117 系列稳压器的稳压输出根据品牌不同，输出电压范围略有不同，一般都在十几伏左右。

（1）　LM1117 封装图。

图 6-1 所示为 LM1117 的 SOT-223 和 TO-263 封装图。

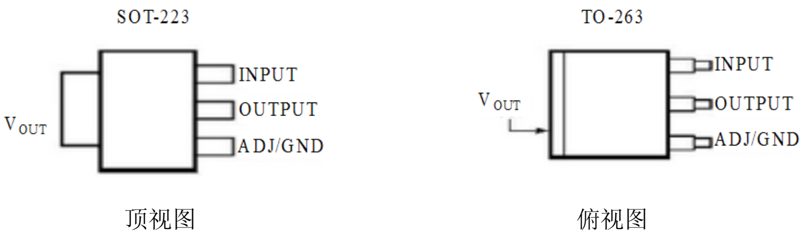


图 6-1　LM1117 的 SOT-223 和 TO-263 封装图

（2） LM1117 引脚功能。

表 6-1 所示为 LM1117 引脚功能。

表 6-1　LM1117 引脚功能

引　脚	名　称	功　能
1	ADJ/GND	电压调节端/接地端
2	VOUT	电压输出端
3	VIN	电压输入端

（3） LM1117 固定电压输出模式。

不同型号的 LM1117 的固定电压输出是不同的，比如 LM1117-3.3 V 的固定电压输出为 3.3 V，LM1117-2.5 V 的固定电压输出为 2.5 V。当 LM1117 需要固定电压输出时，电压调节端 ADJ/GND 应当接地。

图 6-2 所示为由 LM1117-3.3 V 构成的 3.3 V 电压输出电路。

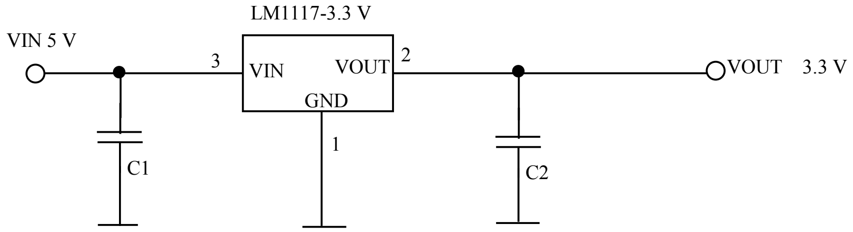


图 6-2　由 LM1117-3.3 V 构成的 3.3 V 电压电路

（4） LM1117 稳压输出模式。

LM1117 在调压模式下，通过调整 ADJ 引脚的输入的电压来调整 LM1117 的输出电压。如图 6-3 所示为由 LM1117 构成的调压电路。

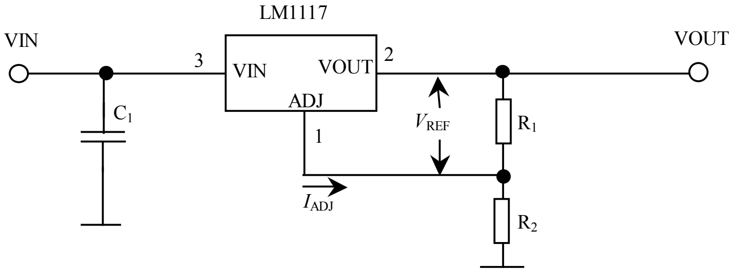


图 6-3　由 LM1117 构成的调压电路

输出电压的计算公式为：

$$VOUT=V_{REF}（1+R_2/R_1）+I_{ADJ}R_2$$

调整 R_1 与 R_2 电阻器的电阻值就可以改变 Vout 的输出电压值。

2. LM324 系列器件

LM324 系列器件带有差动输入的四运算放大器。与单电源应用场合的标准运算放大器相比，它们有一些显著优点。该放大器可以工作在低到 3.0 伏或者高到 32 伏的电源下。共

模输入范围包括负电源，因而消除了在许多应用场合中采用外部偏置元件的必要性。每一组运算放大器可用图 6-4 所示的符号来表示，它有 5 个引出脚，其中“+”、“−”为两个信号输入端，“V+”、“V−”为正、负电源端，“Vo”为输出端。两个信号输入端中，Vi−（−）为反相输入端，表示运放输出端 Vo 的信号与该输入端的相位相反；Vi+（+）为同相输入端，表示运算放大器输出端 Vo 的信号与该输入端的相位相同。

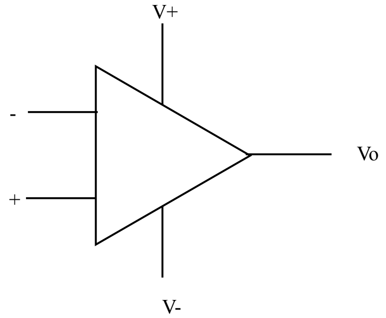


图 6-4　运算放大器示意图

3. LM324 引脚功能

如图 6-5 和图 6-6 所示为 LM324 芯片的引脚连接图和引脚图。表 6-2 所示为 LM324 芯片引脚功能。

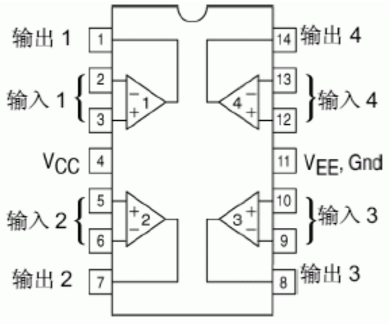


图 6-5　LM324 芯片引脚连接图

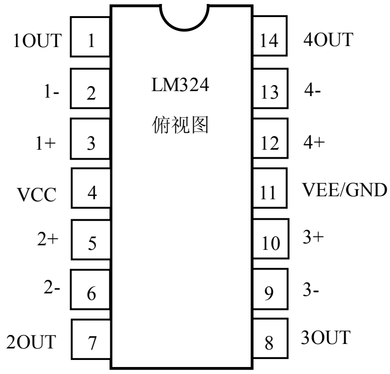


图 6-6　LM324 芯片引脚图

表 6-2 LM324 芯片引脚功能

引　脚	名　称	功　能
1	VOUT1	运算放大器 1 的输出
2	VIN1−	运算放大器 1 的反向输入端
3	VIN1+	运算放大器 1 的正向输入端
4	VCC	电源端
5	VIN2+	运算放大器 2 的正向输入端
6	VIN2−	运算放大器 2 的反向输入端
7	VOUT2	运算放大器 2 的输出
8	VOUT3	运算放大器 3 的输出
9	VIN3−	运算放大器 3 的反向输入端

（续表）

引　　脚	名　　称	功　　能
10	VIN3+	运算放大器 3 的正向输入端
11	VEE/GND	地或负电源端
12	VIN4+	运算放大器 4 的正向输入端
13	VIN4−	运算放大器 4 的反向输入端
14	VOUT4	运算放大器 4 的输出

6.1.2　南北桥供电电路原理

南北桥的供电电路方式和内存的供电电路基本相同，主要包括由开关电源组成的供电电路和由调压电路组成的供电电路两种类型。

1.　由调压电路组成的芯片组供电电路分析

调压电路组成的芯片组供电电路主要包括 3.3 V 供电电路、2.5 V 供电电路、1.8 V 供电电路、1.5 V 供电电路等。

1.5 V 供电电压一般可以通过稳压器稳压后得到，也可以通过由运算放大器和场效应晶体管组成的调压电路得到。

如图 6-7 所示为 1.5 V 电压由 3 V 电压经三端稳压器 1117 稳压后得到。

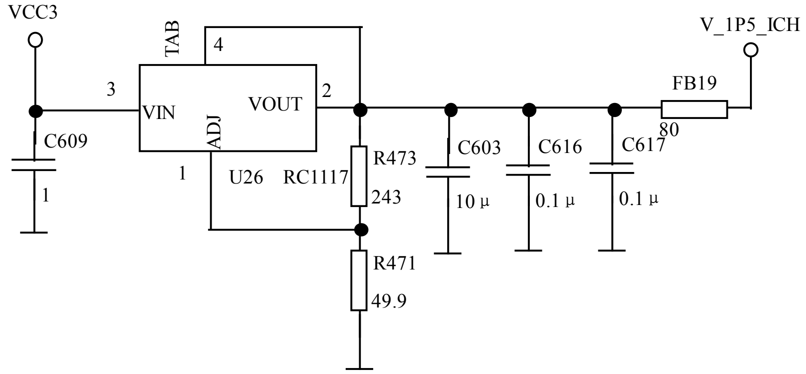


图 6-7　由三端稳压器构成的南桥 1.5 V 电压产生电路

U26 三端稳压器 RC1117，它的 VIN 引脚为电压输入端，VOUT 引脚为电压输出端，ADJ 端为调节端，此端口通过电阻器 R471 和 R473 组成反馈回路，实时检测输出端的电压，以保证输出的电压保持稳定。此供电电路开始工作时，3 V 电压经过滤波电容器 C609 滤波后进入三端稳压器 RC1117 的输入端，经过三端稳压器处理后．从输出端输出电压。此输出电压经过 R473 和 R471 组成的反馈电路调节后，输出 1.5 V 电压。然后再经过滤波电容器滤波后输出南桥芯片需要的 1.5 V 工作电压。

2.　由运算放大器构成的供电电路分析

（1）　南桥电压产生电路。

如图 6-8 所示为微星 MSI G33、P35、Q35、Q33 主板南桥芯片的 1.05 V 电压形成电路原理图，其工作过程如下：

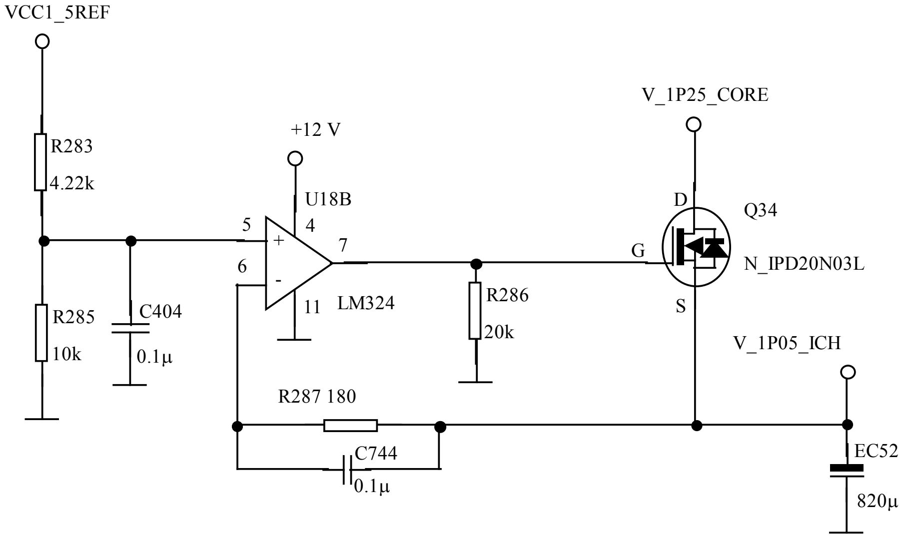


图 6-8　MSI G33、P35、Q35、Q33 南桥芯片 1.05 V 电压形成电路原理图

参考电压 1.5 V 经 R283 和 R285 分压后输入到运算放大器 U18B 的正向输入端，经 U18B 后输出电压到场效应晶体管 Q34，Q34 将 1.25 V 电压转换为 1.05 V 电压后经 EC25 电容器滤波给南桥供电。

R287 和 C744 组成反馈电路，将 1.05 V 电压反馈到 U18B 的反向输入端。当 1.05 V 输出电压升高时，经 R287 和 C744 反馈回来的电压升高，即运算放大器 U18B 的反向输入变大，U18B 输出降低，Q34 的 G 极电压降低，Q34 导通程度降低，输出电压降低；当 1.05 V 输出电压降低时，经 R287 和 C744 反馈回来的电压降低，即运算放大器 U18B 的反向输入变小，U18B 输出升高，Q34 的 G 极电压升高，Q34 导通程度增大，输出电压上升。由此完成 1.05 V 的输出电压的稳定。

（2） 北桥电压产生电路。

图 6-9 所示为 P4M890 主板北桥芯片 1.5 V 供电电压形成电路原理图。本电路中采用了 GS324SS 运算放大器和场效应晶体管来共同组成 1.5 V 电压的产生和稳压。

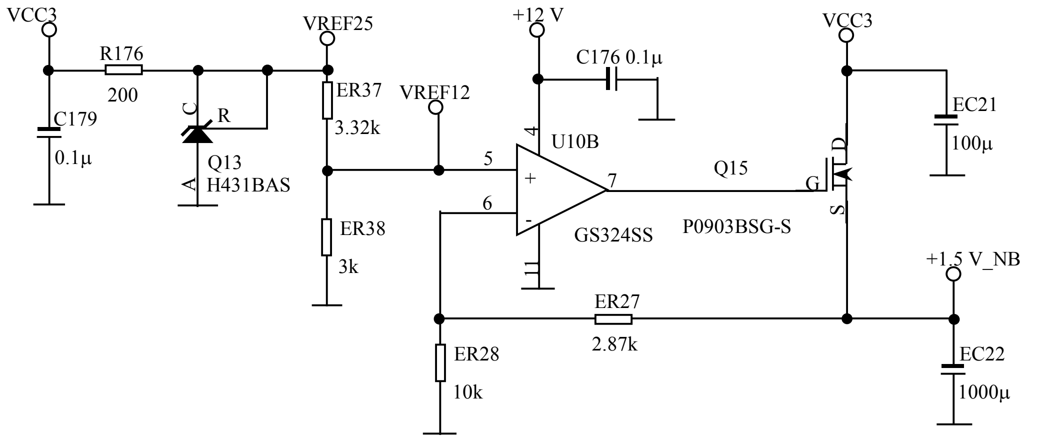


图 6-9　P4M890 主板北桥芯片 1.5 V 供电电压形成电路原理图

在北桥 1.5 V 电路中的运算放大器 GS324 的封装和引脚同于 LM324（其实不同品牌的 324 芯片引脚是相同的）。

H431BAS 为三端可调精密稳压器，其作用是为需要电压比较的电路提供基准电压。它的输出电压用两个电阻器就可以任意设置到从 2.5 V 到 36 V 范围内的任何值。该器件的典型动态阻抗为 0.2 欧。H431 BAS 的 3 个引脚分别为：阴极（CATHODE）、阳极（ANODE）和参考端（REF），其引脚排列及符号如图 6-10 所示。

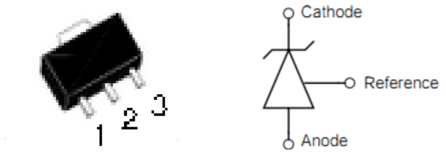


图 6-10　精密稳压器 H431 BAS 引脚排列及符号

精密稳压器 H431 BAS 引脚功能如表 6-3 所示。

表 6-3　精密稳压器 H431 BAS 引脚功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	REFERANCE	参考端
2	ANODE	阳极
3	CATHODE	阴极

北桥 1.5 V 供电电路工作原理如下：

首先，ATX 电源的 3.3 V 供电（橙色线）经过 H431 BAS 精密三端稳压后，输出 2.5 V 电压，即 VREF25 点的电压为 2.5 V，2.5 V 电压经 ER37、ER38 组成的分压电路分压后输出 1.19 V 电压，即 VREF12 点的电压为 1.19 V。这个电压加到 GS324 的 5 脚（正相输入端）上，加在 GS324 的 6 脚（反相输入端）的电压也应为 1.19 V（运算放大器的正反相输入端虚短，两端电压相等）。在通电的瞬间，由于 Q15 处于截止状态，电路的输出为 0 V，GS324 的反相输入端为 0 V，比正相输入端的电压低，因此 GS324 输出高电平，场效应晶体管 Q15 饱和导通；VCC3（ATX 电源 3.3 V 电源）经过 Q15 为 EC22 充电，+1.5 V_NB 电压开始升高。

当+1.5 V_NB 的输出电压大于 1.52 V 左右的时候，+1.52 V_NB 经 ER27、ER28 分压反馈回 GS324 的反相输入端（GS324 的反相输入端电压为 ER27、ER28 将+1.5 V_NB 分压得到的 1.19 V，+1.5 V_NB 电压为 1.52 V），GS324 反相输入端电压大于正相输入端电压，GS324 输出低电平，Q15 截止，由 EC22 上存储的电能继续向外提供+1.5 V_NB 电压。

当+1.5 V_NB 端电压低于 1.52 V 时，GS324 的正相输入端电压大于反相输入端电压，GS324 输出高电平，Q15 导通，VCC3 给 EC22 充电并提供+1.5 V_NB 电压，如此反复循环，将 EC22 上的电压保持为 1.52 V，最后经滤波电容器滤波后向北桥芯片提供 1.5 V 的供电。

3.　开关电源供电电路。

开关电源的供电方式与 CPU 供电方式相同，如图 6-11 所示为开关电源供电原理图。

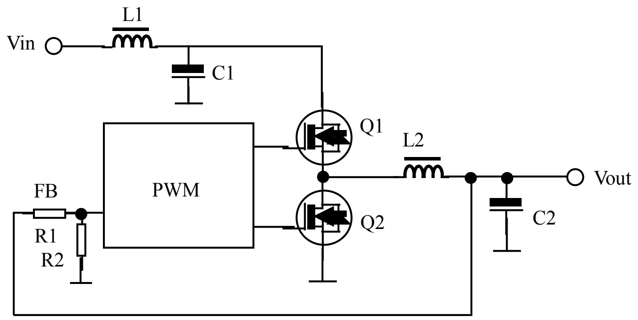
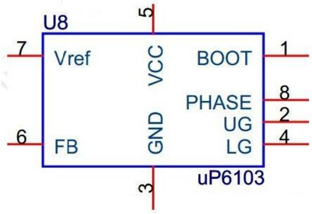


图 6-11　开关电源供电原理图

电源管理芯片（PWM 芯片）输出 UGATE 和 LGATE 两路完全相反的脉冲信号分别控制 Q1 和 Q2 的导通与截止，当 UGATE 为高电平时，LGATE 即为低电平，Q1 导通、Q2 截止，Vin 经 L1、Q1 给 L2 充电，并向外提供电压；当 UGATE 为低电平时，LGATE 即为高电平，此时 Q1 截止、Q2 导通，L2 上多余的电能经 Q2 泄放的同时并向外提供电压。FB 反馈电压控制 UGATE 脉冲信号的占空比，即控制 Q1 的导通时间来控制电路的输出电压。

（1） 在该电路中使用的电源管理芯片（PWM 芯片）是 uP6103。uP6103 如图 6-12 所示。引脚功能如表 6-4 所示。



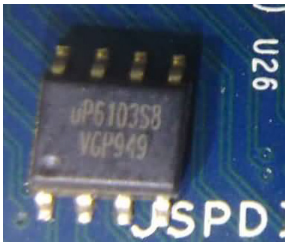


图 6-12　μP6103 芯片引脚及实物图

表 6-4　μP6103 引脚功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	BOOT	UG 输出开启，控制 UG、LG 电平完全相反，不会同时高电平
2	UG	高端场效应晶体管驱动输出
3	GND	接地端
4	LG	低端场效应晶体管驱动输出
5	VCC	电源
6	FB	电压反馈输入端
7	Vref	参考电压输入端
8	PHASE	相电流检测输入端

如图 6-13 所示为微星 MSI Q35、Q33 北桥 1.25 V 电压产生电路。

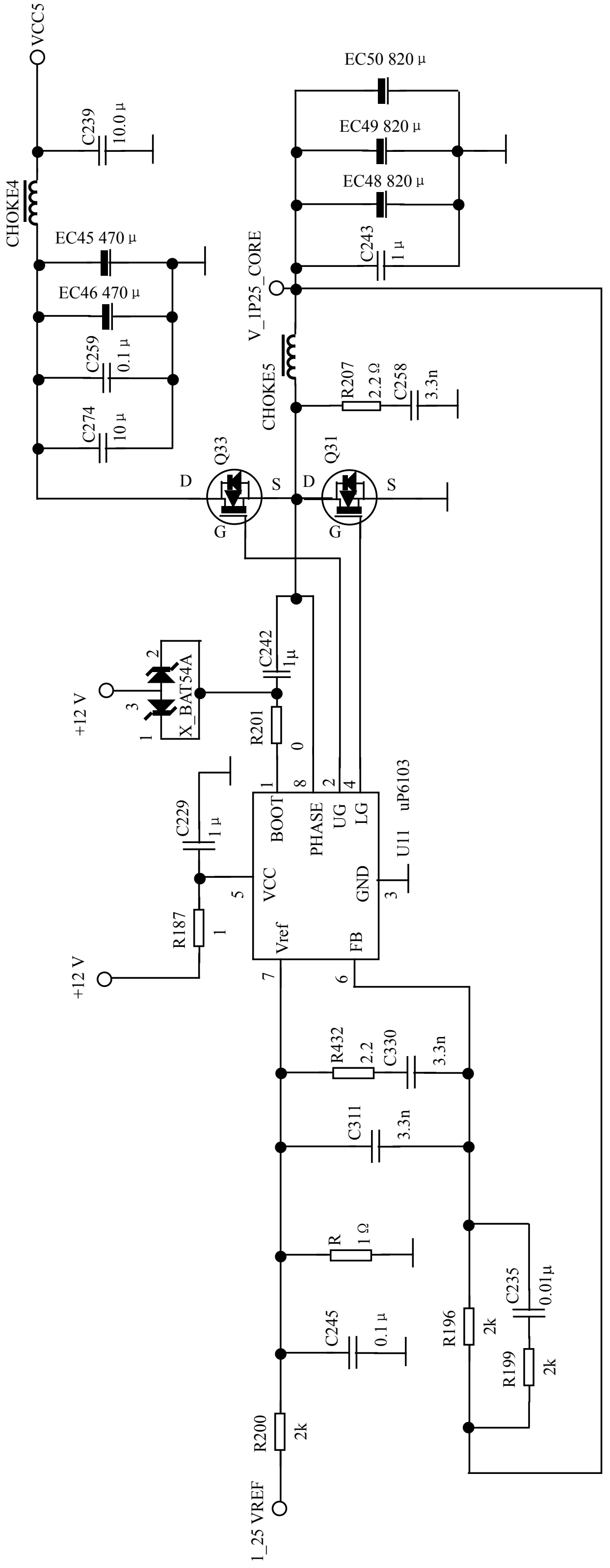


图 6-13 微星 MSI、Q31、Q33 北桥 1.25 V 电压产生电路

（2）　供电电路。

供电分为芯片供电和场效应晶体管供电两个部分。

芯片供电：由 ATX 电源的 12 V 电压（+12 V）经过 R187、C229 后给 U11 提供工作电源。

场效应晶体管供电：由 ATX 电源的 5 V 电压（VCC5）经过电感器 CHOKE4 后由 EC45、EC46、C259、C274 滤波后接到场效应晶体管 Q33 的 D 极，为北桥 1.25 V 形成电路供电。

（3）　反馈电路。

北桥电压经 R196、C235、R199 后输入到 U11 的第 6 脚作为电路的反馈支路，保证输出稳定的 1.25 V 北桥供电电压。

（4）　电路工作过程。

主板开机后，由专用芯片产生了 1_25 VREF 参考电压，输入到 U11（uP6103）的 7 脚，确定电路的输出电压。

之后，U11 输出 UG 和 LG 信号，UG 为高电平、LG 为低电平，UG 输出到 Q33、LG 输入到 Q31，使得 Q33 导通、Q31 截止，VCC5 经 CHOKE4、Q33 给电感器 CHOKE5 充电，并向北桥提供供电电压。

在经过一段时间后，U11 输出的 UG 和 LG 信号反相，即 UG 变为低电平、LG 变为高电平，使得 Q33 截止、Q31 导通，CHOKE5 上多余的电能经 Q31 泄放到地并同时向北桥提供供电电压。

电路输出的电压经 R196、R199、C235 反馈回 U11 的第 6 脚，当输出电压发生变化的时候，U11 就可以根据第 6 脚的电压变化调整 UG 和 LG 的输出信号，改变 Q31、Q33 的导通时间，即改变电路的输出电压，保证电路输出的是稳定的 1.25 V 电压。

最后，电压经 CHOKE5、C243、EC49、EC48、EC50 滤波将输出电压变平滑后向北桥芯片提供供电。

6.2　DVR G41 主板南北桥供电电路原理分析

下面以 DVR G41 主板为例讲解南北桥的供电电路原理。

6.2.1　南桥供电电路

DVR G41 主板南桥采用 Intel ICH7 芯片，它需要多组电压供电，来满足各个部分电路模块的需求。主要包括以下几种方法。

- 3.3 V：分为两种，VCC3，来源为 ATX 电源插座的 3.3 V 供电；3 VDUAL，来源为 ATX 电源插座的 5 VSB 经 1117 转换后的 3.3 V 供电，电路原理如图 6-14 所示。
- 5 V：由 5 VSB 提供。
- 1.5 V：VCC1_5，由内存供电提供（其实就是 DDR18 V 电压）。
- 1.05 V：VCC1_05，由南桥 VCC1_05 供电电路提供。
- VTT_GMCH：VTT_GMCH 形成电路提供。

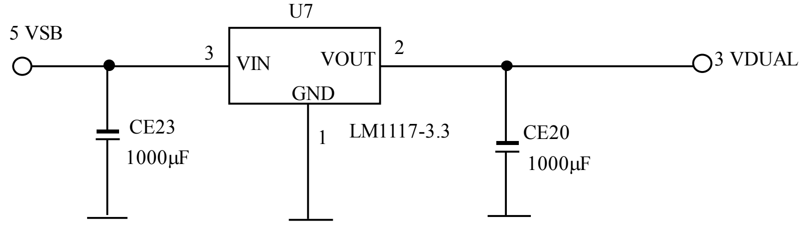


图 6-14　G41 3 VDUAL 电路

1. 3 VDUAL 电路原理

3 VDUAL 主要为南桥提供待机工作电源，在计算机按下电源按钮之间这个电压就已经具备，为南桥的开机触发电路和 CMOS 电路提供电源，为计算机的开机做准备。

3 VDUAL 电路原理如图 6-14 所示。由低压差线性调压器 LM1117-3.3 转换后产生的。LM1117-3.3 将输入的 ATX 5 VSB 待机电源变为 3.3 V 的 3 VDUAL 电压。其中 CE23 作为输入端的滤波电容器，CE20 作为输出端的滤波电容器。

2. VCC1_05 电路原理

VCC1_05 电路将内存供电电路产生的 1.5 V（VCC1_5）电压转换为 1.05 V 电压，为 DVR G41 南桥提供供电，其电压形成电路原理图如图 6-15 所示。

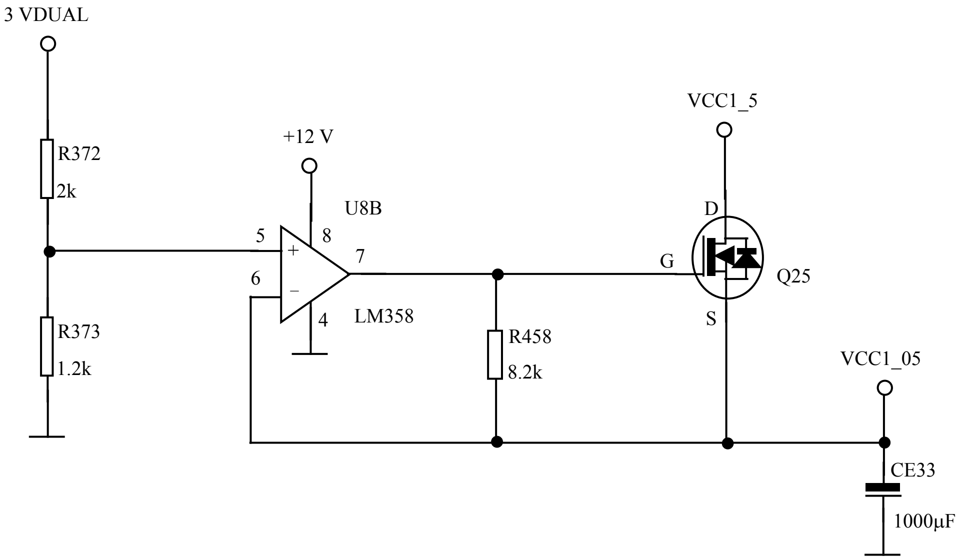


图 6-15　DVR G41 南桥 1.05 V 电压形成电路原理图

电路采用 LM358 和场效应晶体管构成的稳压电路来提供电源。

LM358 内部包括有两个独立的、高增益、内部频率补偿的双运算放大器，适合于电源电压范围很宽的单电源使用，如图 6-16 所示，引脚功能如表 6-5 所示。

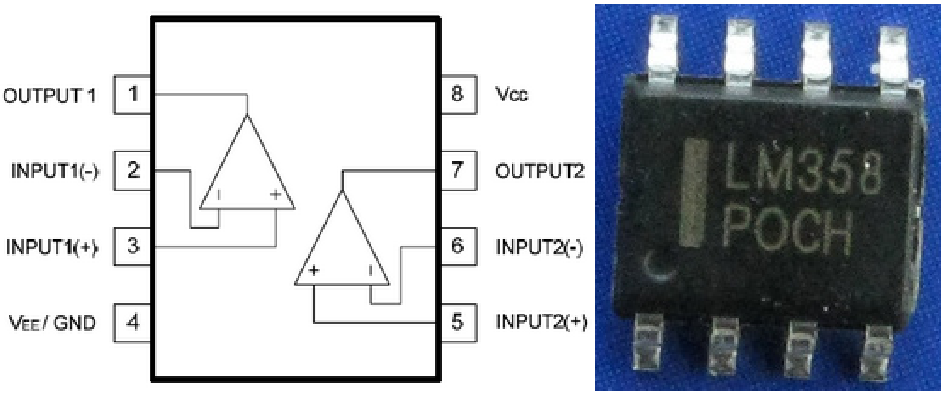


图 6-16　LM358 集成运算放大器

表 6-5　LM358 引脚功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能	引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	OUTPUT1	放大器 1 输出	5	IN2+	放大器 2 同相输入
2	IN1−	放大器 1 反相输入	6	IN2−	放大器 2 反相输入
3	IN1+	放大器 1 同相输入	7	OUTPUT2	放大器 2 输出
4	GND	接地端	8	VCC	电源

VCC1_05 电路工作过程如下：

首先，3 VUDAL 电压（3.3 V）经 R372、R373 组成的分压电路分压后输出 1.05 V 电压，这个电压加到 LM358 的 5 脚（正相输入端）上，加在 LM358 的第 6 脚（反相输入端）的电压也应为 1.05 V（运算放大器的正反相输入端电压相等）。在通电的瞬间，由于 Q25 处于截止状态，电路的输出为 0 V，LM358 的反相输入端为 0 V，比正相输入端的电压低，因此 LM358 输出高电平，场效应晶体管 Q25 饱和导通；VCC1_5（内存供电电压）经过 Q25 为 CE33 充电，VCC1_05 电压开始升高。

当 VCC1_05 的输出电压大于 1.05 V 的时候，VCC1_05 反馈回 LM358 的第 6 脚（反相输入端），LM358 反相输入端电压大于正相输入端电压，LM358 输出低电平，Q25 截止，由 CE33 上存储的电能继续向外提供 VCC1_05 电压。

当 VCC1_05 端电压低于 1.05 V 时，LM358 的正相输入端电压大于反相输入端电压，LM358 输出高电平，Q25 导通，VCC1_5 给 CE33 充电并提供 VCC1_05 电压，如此反复循环，将在电容器 CE33 上的电压保持为 1.05 V，最后经滤波电容器滤波后向南桥芯片提供 1.05 V 的供电。

6.2.2　北桥供电电路

DVR G41 主板的北桥芯片需要多种供电来满足芯片中各个电路模块的需求，主要的供电电压包括以下几种方法。

- 1.25 V：VCC1_25，由专门的电源电路 VCC1_25 来供电。
- VTT_GMCH：由 VTT_GMCH 形成电路提供电源。

- 1.5 V：DDR18 V，由内存电压形成电路提供电源。
- 3.3 V：3 VDUAL，由 1117 将 5 VSB 电源转换后提供。

1. VCC1_25 电路原理

VCC1_25 电路将内存供电电路产生的 1.5 V（DDR18 V）电压转换为 1.25 V 电压，为 DVR G41 主板北桥提供供电，其电压形成电路原理图如图 6-17 所示。

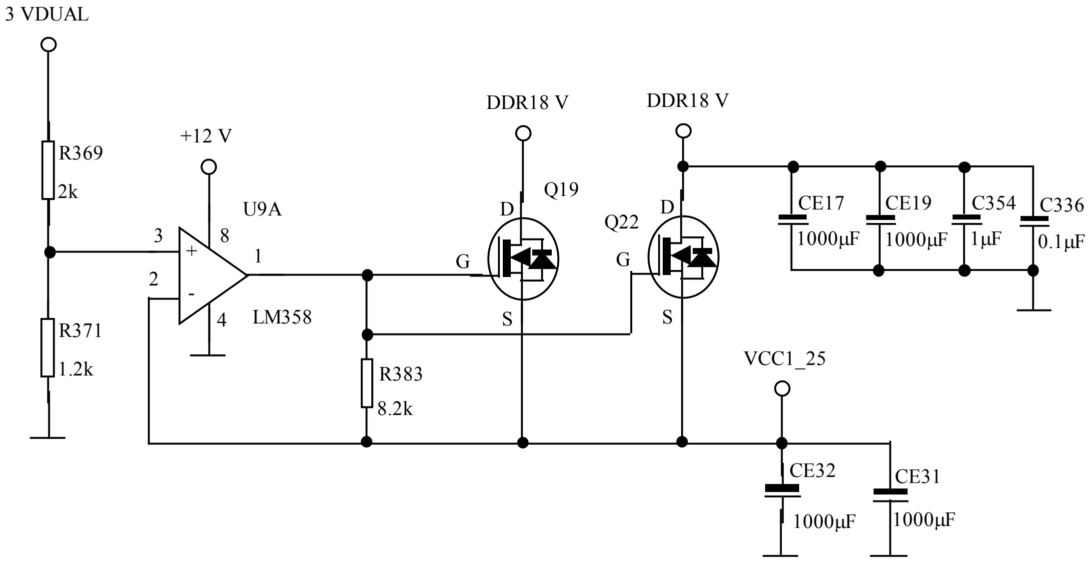


图 6-17　DVR G41 主板北桥供电 1.25 V 电压形成电路原理图

电路采用 LM358 和场效应晶体管构成的稳压电路来提供电源。LM358 为双运算放大器。场效应晶体管采用两个场效应晶体管并联的形式，VCC1_25 电源能够提供更大的电流输出。

VCC1_25 电路工作过程如下：

首先，3 VUDAL 电压（3.3 V）经 R369、R371 组成的分压电路分压后输出 1.25 V 电压，这个电压加到 LM358 的 3 脚（正相输入端）上，加在 LM358 的 2 脚（反相输入端）的电压也应为 1.25 V（运算放大器的正反相输入端电压相等）。在通电的瞬间，由于 Q19、Q22 处于截止状态，电路的输出为 0 V，LM358 的反相输入端为 0 V，比正相输入端的电压低，因此 LM358 输出高电平，场效应晶体管 Q19、Q22 饱和导通；DDR18 V（内存供电电压）经过 Q19、Q22 为 CE32、CE31 充电，VCC1_25 电压开始升高。

当 VCC1_25 的输出电压大于 1.25 V 的时候，VCC1_25 反馈回 LM358 的 2 脚（反相输入端），LM358 反相输入端电压大于正相输入端电压，LM358 输出低电平，Q19、Q22 截止，由 CE32、CE31 上存储的电能继续向外提供 VCC1_25 电压。

当 VCC1_25 端电压低于 1.25 V 时，LM358 的正相输入端电压大于反相输入端电压，LM358 输出高电平，Q19、Q22 导通，DDR18 V 给 CE32、CE31 充电并提供 VCC1_25 电压，如此反复循环，将在电容器 CE32、CE31 上的电压保持为 1.25 V，最后经滤波电容器滤波后向北桥芯片和南桥芯片提供 1.25 V 的供电。

2. VTT_GMCH 电路原理

VTT_GMCH 电路将内存供电电路产生的 1.5 V（DDR18 V）电压转换为 1.2 V 电压，为北桥提供供电。VTT_GMCH 电压形成电路原理图如图 6-18 所示。

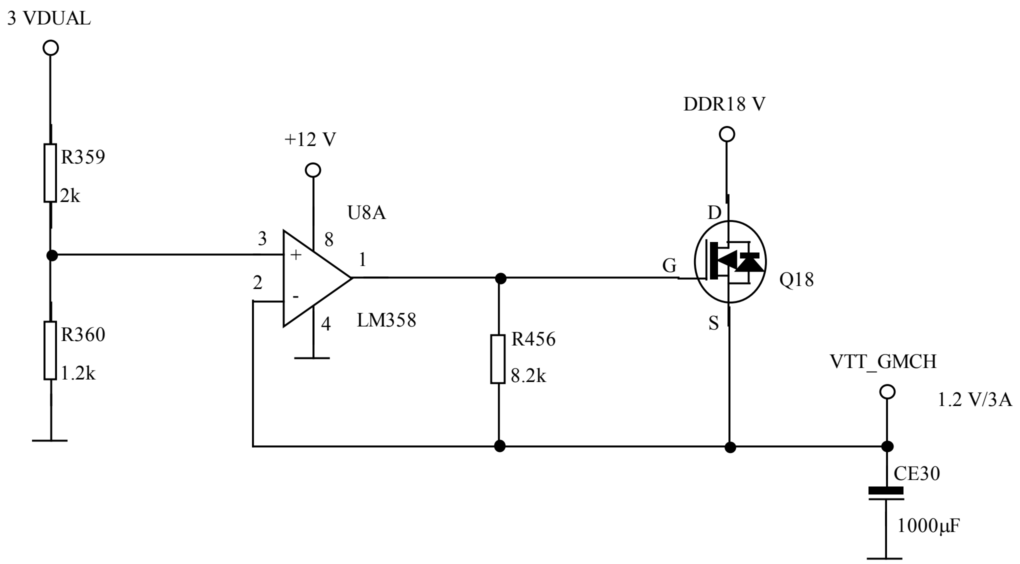


图 6-18　DVR G41 主板北桥 VTT_GMCH 电压形成电路原理图

电路采用 LM358 和场效应晶体管构成的稳压电路来提供电源。LM358 为双运算放大器。

VTT_GMCH 电路工作过程如下：

首先，3 VUDAL 电压（3.3 V）经 R359、R360 组成的分压电路分压后输出 1.2 V 电压，这个电压加到 LM358 的 3 脚（正相输入端）上，加在 LM358 的 2 脚（反相输入端）的电压也应为 1.2 V（运算放大器的正反相输入端电压相等）。在通电的瞬间，由于 Q18 处于截止状态，电路的输出为 0 V，LM358 的反相输入端为 0 V，比正相输入端的电压低，因此 LM358 输出高电平，场效应晶体管 Q18 饱和导通；DDR18 V（内存供电电压）经过 Q18 为 CE30 充电，VTT_GMCH 电压开始升高。

当 VTT_GMCH 的输出电压大于 1.2 V 的时候，VTT_GMCH 反馈回 LM358 的 2 脚（反相输入端），LM358 反相输入端电压大于正相输入端电压，LM358 输出低电平，Q18 截止，由 CE30 上存储的电能继续向外提供 VTT_GMCH 电压。

当 VTT_GMCH 端电压低于 1.2 V 时，LM358 的正相输入端电压大于反相输入端电压，LM358 输出高电平，Q18 导通，DDR18 V 给 CE30 充电并提供 VTT_GMCH 电压，如此反复循环，将在电容器 CE30 上的电压保持为 1.2 V，最后经滤波电容器滤波后向北桥芯片和南桥芯片提供 VTT_GMCH 电源供电。

6.3　南北桥供电电路检修流程

6.3.1　北桥供电电路的检修流程

计算机主板北桥供电电路有多种供电，包括北桥主供电、内存供电、南桥供电、CPU主供电等都在为北桥进行供电，可以通过测量北桥边上的电容器来判断供电是否正常。当其他的供电出现故障的时候，按照相应的检修方法进行检修即可。北桥主供电出现故障的时候，主要是集成运算放大器、场效应晶体管出现损坏。可以按照如图6-19所示的检修流程来进行检修。

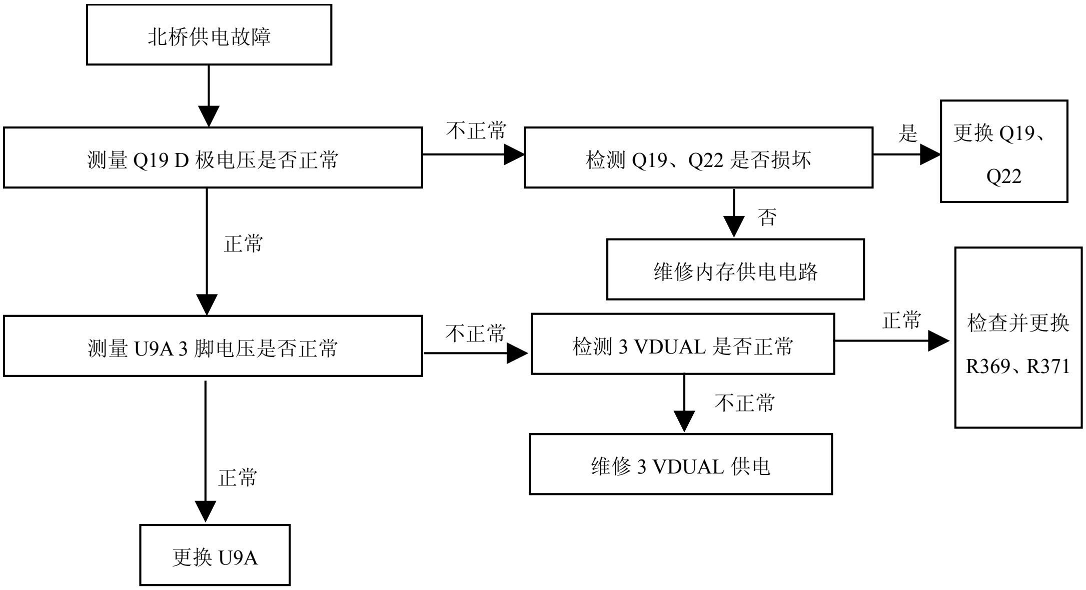


图 6-19　北桥主供电检修流程

6.3.2　南桥供电电路的检修流程

计算机主板北桥供电电路有多种供电，包括北桥供电、内存供电、南桥供电、3 VDUAL电等都在为南桥进行供电，可以通过测量南桥边上的电容器来判断相应的供电是否正常。当其他的供电出现故障的时候，按照相应的检修方法进行检修即可。南桥主供电出现故障的时候，主要是集成运算放大器、场效应晶体管出现损坏。可以按照如图6-20所示的检修流程来进行检修。

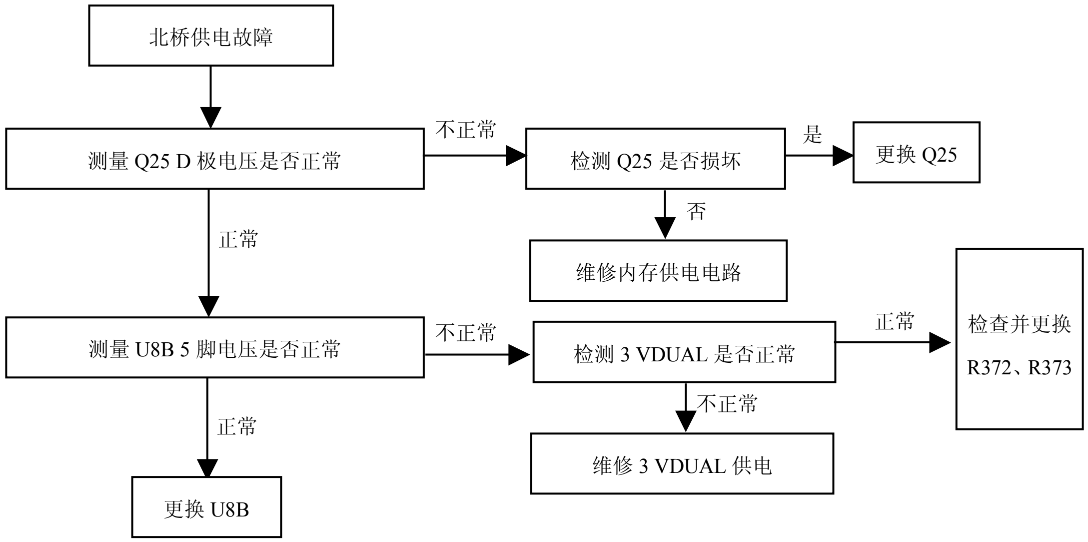


图 6-20　南桥主供电检修流程

6.4　南北桥供电电路检修思路

6.4.1　检修思路

南北桥供电都是采用运算放大器构成的供电电路。对于这种电路来说，出现故障的原因主要就是运算放大器或者场效应晶体管被烧毁损坏造成的。对于它的检修就主要是通过场效应晶体管和运算放大器的输入输出来判断场效应晶体管和运算放大器是否损坏，当出现损坏的时候直接更换相应的场效应晶体管和运算放大器即可。

6.4.2　南北桥供电故障检测点

1.　易损坏元器件

南北桥供电电路中易损坏元器件主要有场效应晶体管、运算放大器和输出端的滤波电容器。

2.　故障检测点

故障检测点 1：场效应晶体管

场效应晶体管损坏，将导致 CPU 主供电没有电压输出，造成不能开机，并且在 CPU 供电电路场效应晶体管是最容易被烧毁的元器件。所以在维修时首先应该检查场效应晶体管是否正常，场效应晶体管的好坏的判断方法为：首先将数字式万用表置于电阻挡（二极管位置或高阻挡），将表笔的（-）（即数字表的黑笔）接场效应晶体管的源极。先用表笔（+）接触场效应晶体管的栅极，然后在将表笔（+）移到场效应晶体管漏极，观察其读数；然后用手捏住场效应晶体管栅极和源极（即为场效应晶体管放电），松手后，再去测场效

应晶体管漏极－源极电阻值，观察两种情况下电阻值变化：若前者较小，后者较大，则场效应晶体管正常；若两者变化不大（都较小或较大），则场效应晶体管已坏。

故障检测点 2：运算放大器

运算放大器损坏后将导致供电电路无法工作。对运算放大器的检测可以通过测量运算放大器各引脚对地电阻值来判断。

或者将运算放大器电源接好后，分别将同相输入端或反相输入端接地，检测输出电压 U_o 是否为 U_{om} 值（电源电压为±12 V 时），若是，则该器件基本良好，否则说明器件已损坏。将运放的两个输入端短路接地，测量运算放大器的输出端对地电位应为零，对正电源端电压应为−12 V，对负电源端电压应为+12 V，若数值偏差大，则说明该集成运算放大器已不能正常工作或已损坏。

故障检测点 3：滤波电容器

电容器的损坏可能导致无法正常为电源电源芯片提供电源（电源管理芯片输入端的滤波电容器）、无法为 CPU 供电提供供电（CPU 供电输出端的滤波电容器）或 CPU 供电不稳定。电容器好坏的判断方法为：对于 1 μF 以上的电容器，如果用指针式万用表，一般用 R×1 k 挡；对于 1 μF 以下的电容器，用 R×10 k 挡，将表笔分别接上电容器的两极。这时万用表指针将摆动，然后慢慢恢复到零位或零位附近。这样的电容器是好的。电容器的电容量越大，充电时间越长，指针向 0 方向摆动得也越慢。如果接上后，指针不动显示的电阻值很小并不动，可以判断电容器已经损坏。如果用数字表的测电容挡，可直接读到电容器的电容量（当然会有一点误差），如果读数和标示值相差太远或没有电容量，就可判断此电容器已经损坏。

6.5 主板南北桥供电电路实训

6.5.1 主板南北桥供电电路数据测试

1. 南桥芯片供电测量

南桥供电分为 12 路，分别叙述如下。

（1） V5REF 供电。

由 ATX 电源的 5 V 电源和 3.3 V 电源直接供电，电路图如图 6-21 所示。

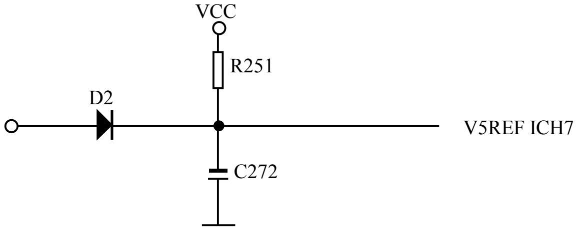


图 6-21 南桥 V5REF 供电电路图

（2）　V5REF_SUS 供电。

由 ATX 电源 5 VSB 和 3.3 VDUAL 供电，电路图如图 6-22 所示。

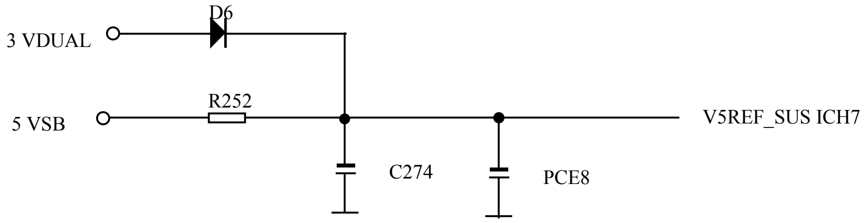


图 6-22　南桥 V5REF_SUS 供电电路图

（3）　VCCTRC 供电。

由 RTCVDD（CMOS 电路电源）供电。

（4）　VCCUSBPLL 供电。

由 VCC1_5（1.5 V 内存供电电源）电源供电，电路图如图 6-23 所示。

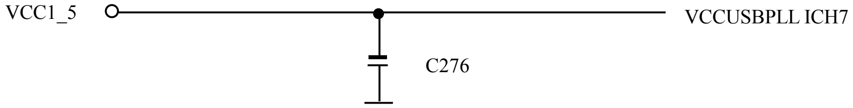


图 6-23　南桥 VCCUSBPLL 供电电路图

（5）　VCCSATAPLL 供电。

由 VCC1_5（1.5 V 内存供电电源）电源供电，电路图如图 6-24 所示。

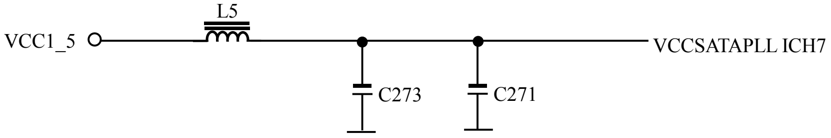


图 6-24　南桥 VCCSATAPLL 供电电路图

（6）　VCC1_05 供电。

由南桥供电电路产生的 1.05 V 电源供电（VCC1_05），电路图如图 6-25 所示。

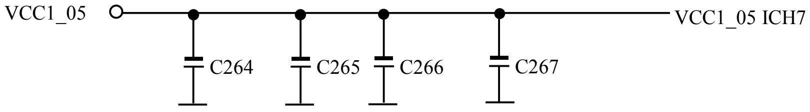


图 6-25　南桥 VCC1_05 供电电路图

（7）　VCCDMIPLL 供电。

由内存供电电路产生的 1.5 V 电源供电（VCC1_5 内存供电电源），电路图如图 6-26 所示。

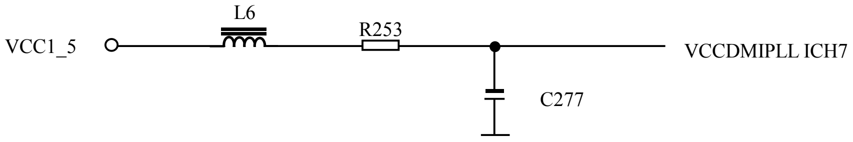


图 6-26　南桥 VCCDMIPLL 供电电路图

（8）　V_CPU_IO 供电。

由北桥供电电路产生的 VTT_GMC 电源供电，电路图如图 6-27 所示。

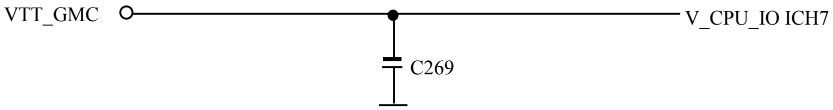


图 6-27　南桥 V_CPU_IO 供电电路图

（9）　VCC3_3 供电。

由 ATX 电源插座的 3.3 V 电源供电。电路图如图 6-28 所示。

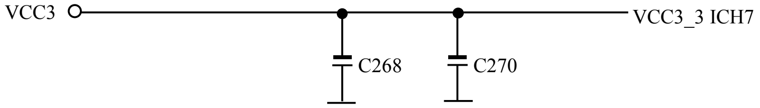


图 6-28　南桥 VCC3_3 供电电路图

（10）　VCCSUS3_3 供电。

由 LM1117 由 5 VSB 产生的 3 VDUAL 电源供电，电路图如图 6-29 所示。

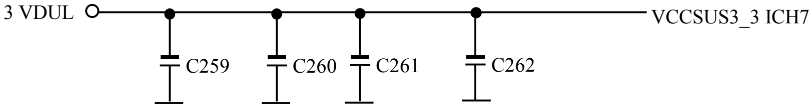


图 6-29　南桥 VCCSUS3_3 供电电路图

（11）　VCC1_5_A 供电。

由内存供电电路产生的 VCC1_5 电源供电，电路图如图 6-30 所示。

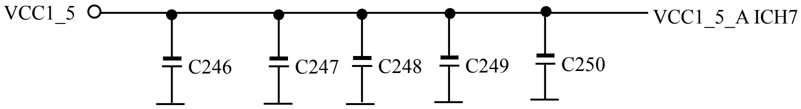


图 6-30　南桥 VCC1_5_A 供电电路图

（12）　VCC1_5_B 供电。

由内存供电电路产生的 VCC1_5_B 电源供电，电路图如图 6-31 所示。

南桥芯片的供电分为多种电压，包含开机触发电路、SATA 模块电路、CMOS 电路等，各个部分都要求有不同的供电电压，并且有的供电电压在开机后开始供电，有的要求在待

机时就有供电（开机触发电路），而有的电路要求无论是开机、待机，还是其他时候都一直有供电（CMOS 电路）。

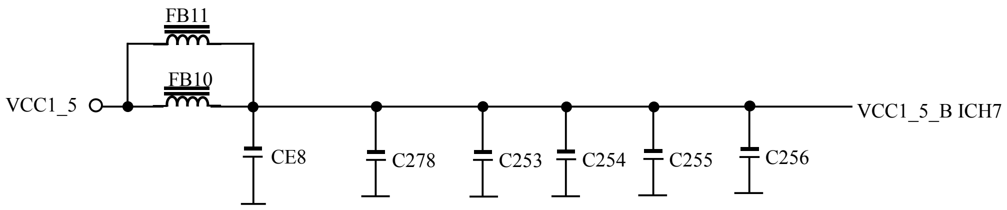


图 6-31　南桥 VCC1_5_B 供电电路图

对这些供电测量主要通过测量南桥芯片旁边的电容器来测量，南桥芯片旁边的电容器大部分都是属于南桥各个供电的滤波电容器（有的滤波电容器在主板的背面），部分供电电路也接有保险电感器。所以，对南桥芯片供电的测量就是测量南桥芯片旁边的电容器上的电压，部分可以测量保险电感器上的电压。G41 主板南桥 ICH7 供电电压测量点如图 6-32 所示。并将测量的结果填入表 6-6 所示的表格中。

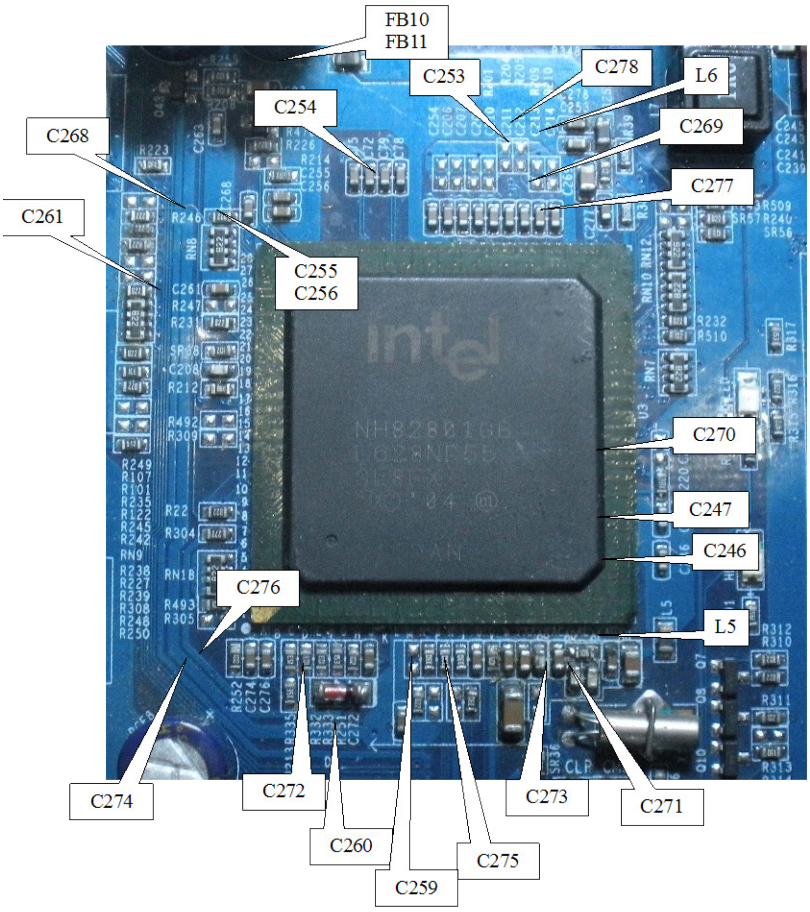


图 6-32　南桥 ICH7 供电电压测量点

表 6-6　南桥 ICH7 供电电压

测量项目	测 量 点	电压（V）
V5REF	C272、D2 阴极	
V5REF_SUS	C274、D6 阴极	
VCCTRC	C275	
VCCUSBPLL	C276	
VCCSATAPLL	L5、C273、C271	
VCC1_05	C264、C265、C266、C267	
VCCDMIPLL	L6、C277	
V_CPU_IO	C269	
VCC3_3	C268、C270	
VCCSUS3_3	C259、C260、C261、C262	
VCC1_5_A	C246、C247、C248、C249、C250	
VCC1_5_B	FB10、FB11、C278、C253、C254、C255、C256	

2. 南桥 VCC1_05 产生电路测量

南桥 VCC1_05 产生电路由集成运算放大器 U8B 和场效应晶体管 Q25 构成。对该电路的测量主要是测量场效应晶体管 Q25 和运算放大器 U8B 的工作情况。测量点如图 6-33 所示。将测量结果填入表 6-7 所示的表格中。

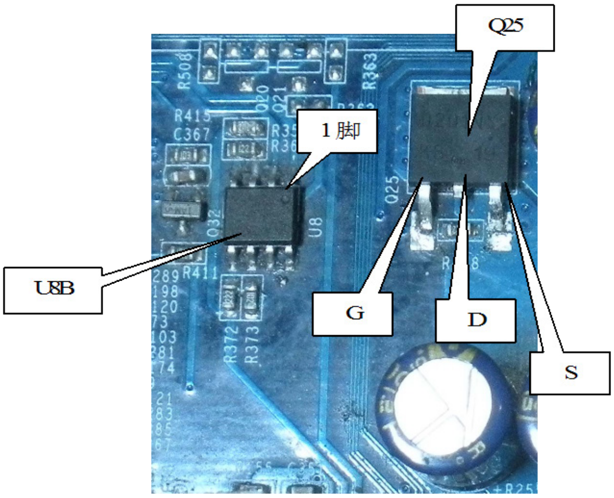


图 6-33　VCC1_05 形成电路测量点

表 6-7　南桥 VCC1_05 供电电路测量

测量项目	测 量 点	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　　向	反　　向	
U8B	8 脚（电源）			
	7 脚（输出）			
	5 脚（正向输入）			
	6 脚（反向输入）			
Q25	S 极			
	D 极			
	G 极			

3. 北桥芯片（G41）供电电路测量

北桥芯片与南桥芯片一样，内部由多个模块电路构成，每个模块电路都需要不同的电压供电，所以，北桥芯片的供电也是由多路供电构成的，分别包括以下 16 个供电方法。

（1） VCC1_25 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-34 所示。

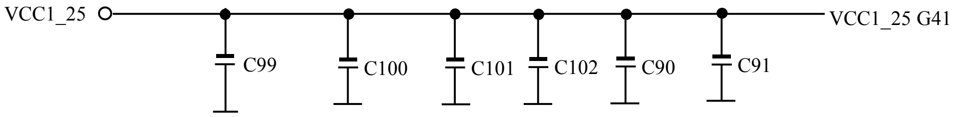


图 6-34　北桥 VCC1_25 供电电路图

（2） VCC3 供电。

由 ATX 电源 3.3 V 电源直接供电。

（3） VCCA_HPLL 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-35 所示。

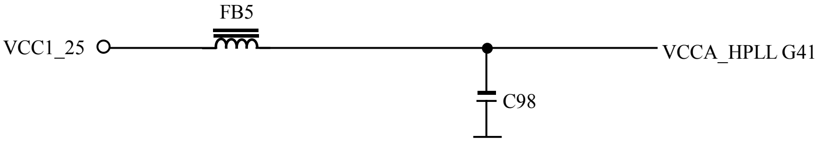


图 6-35　北桥 VCCA_HPLL 供电电路图

（4） VCCA_MPLL 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-36 所示。

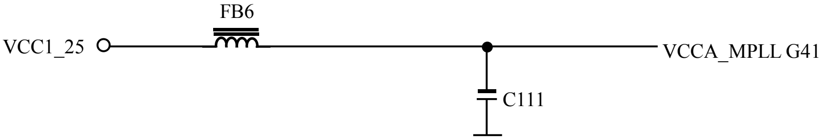


图 6-36　北桥 VCCA_MPLL 供电电路图

（5） VCCA_DPLLA 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-37 所示。

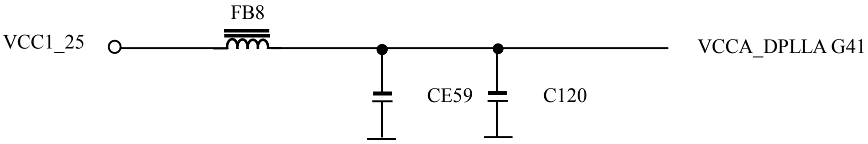


图 6-37　北桥 VCCA_DPLLA 供电电路图

（6） VCCA_DPLLB 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-38 所示。

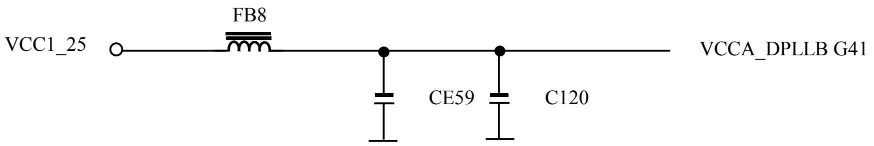


图 6-38 北桥 VCCA_DPLLB 供电电路图

（7） VCCDPLL_EXP 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-39 所示。

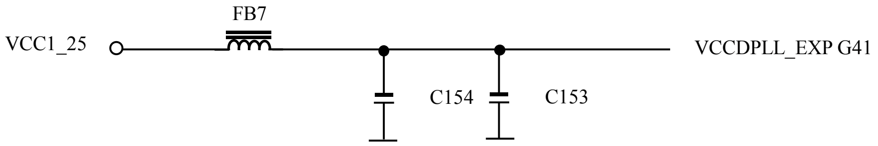


图 6-39 北桥 VCCDPLL_EXP 供电电路图

（8） VCCAPLL_EXP 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-40 所示。

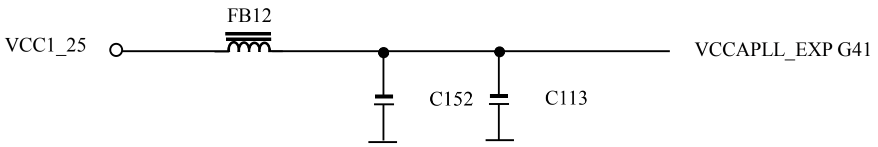


图 6-40 北桥 VCCAPLL_EXP 供电电路图

（9） VCC1_25PCIEX 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-41 所示。

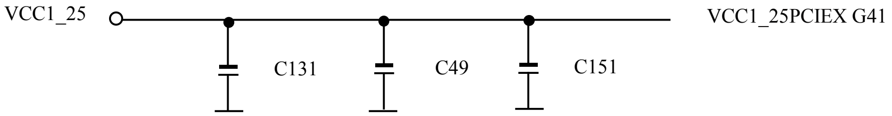


图 6-41 北桥 VCC1_25PCIEX 供电电路图

（10） VTT_GMCH 供电。

由 VTT_GMCH 供电电路产生的 VTT_GMCH 电源供电，电路图如图 6-42 所示。

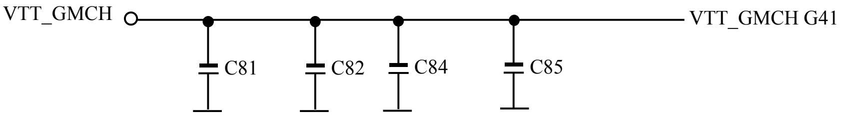


图 6-42 北桥 VTT_GMCH 供电电路图

（11） DDR18 V 供电。

由内存供电电路产生的 DDR18 V 电源供电，电路图如图 6-43 所示。

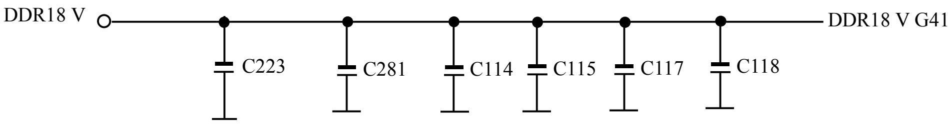


图 6-43　北桥 DDR18 V 供电电路图

（12） V_CKDDR 供电。

由内存供电电路产生的 DDR18 V 电源供电，电路图如图 6-44 所示。

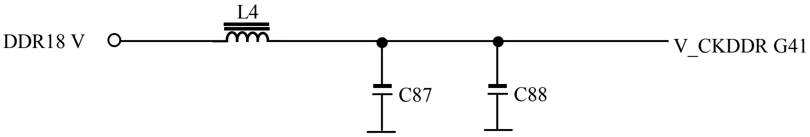


图 6-44　北桥 V_CKDDR 供电电路图

（13） VCCDQ_CRT 供电。

由内存供电电路产生的 DDR18 V 电源（即 VCC1_5）供电，电路图如图 6-45 所示。

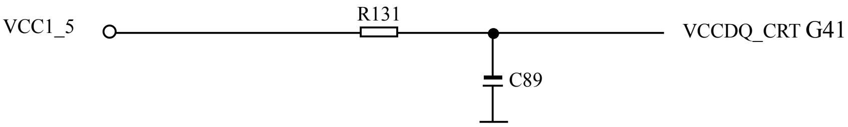


图 6-45　北桥 VCCDQ_CRT 供电电路图

（14） VCCML_DDR 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-46 所示。

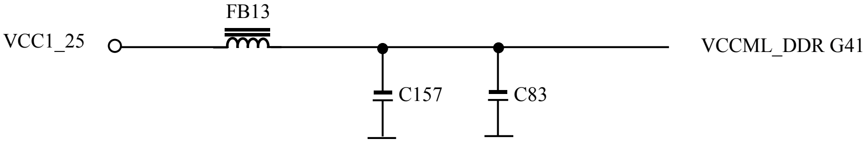


图 6-46　北桥 VCCML_DDR 供电电路图

（15） VCCA_EXP、VCCA_DAC_01、VCC_DAT_02 供电。

由 LM1117 产生的 3 VDUAL 电源供电，电路图如图 6-47 所示。

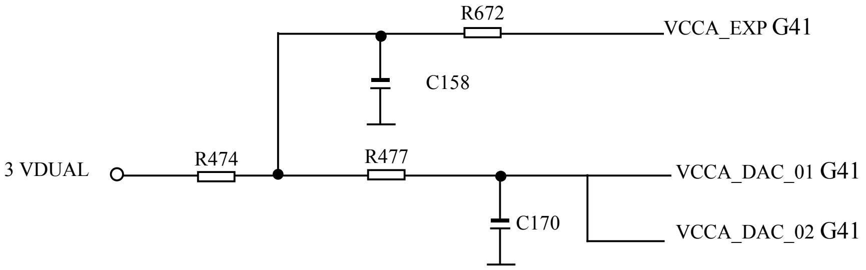


图 6-47　北桥 VCCA_EXP、VCCA_DAC_01、VCCA_DAC_02 供电电路图

（16） VCC1_25_PL 供电。

由北桥供电电路产生的 VCC1_25 电源供电，电路图如图 6-48 所示。

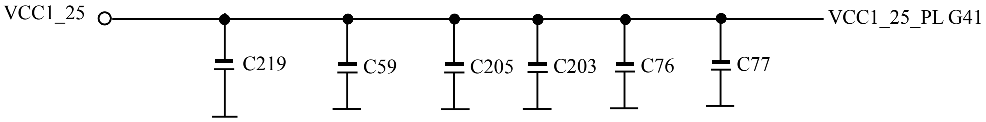


图 6-48　北桥 VCC1_25_PL 供电电路图

北桥芯片的供电与南桥芯片供电一样分为多种电压，对这些供电测量主要通过测量北桥芯片旁边的电容器来测量，北桥芯片旁边的电容器大部分都是属于南桥各个供电的滤波电容器（有的滤波电容器在主板的背面），部分供电电路也接有保险电感器。所以，对北桥芯片供电的测量就是测量北桥芯片旁边的电容器上的电压，部分可以测量保险电感器上的电压。G41 主板北桥芯片供电电压测量点如图 6-49 所示。并将测量的结果填入表 6-8 所示的表格中。

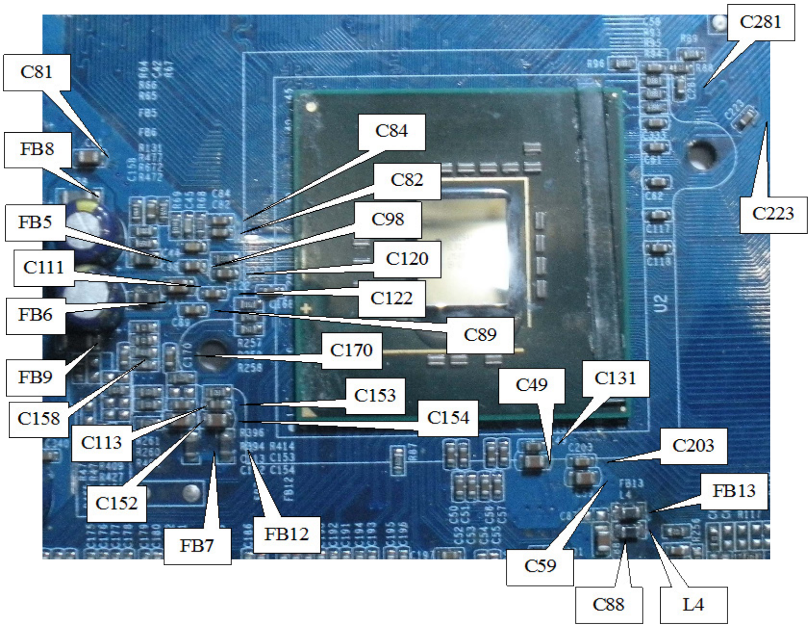


图 6-49　北桥芯片供电测量点

表 6-8　北桥芯片供电电压测量点

测量项目	测 量 点	电压（V）
VCC1_25	C99、C100、C101、C102、C90、C91	
VCCA_HPLL	FB5、C98	
VCCA_MPLL	FB6、C111	
VCCA_DPLLA	FB8、C120	
VCCA_DPLLB	FB9、C122	
VCCDPLL_EXP	FB12、C154、C153	
VCCAPLL_EXP	FB7、C152、C113	
VCC1_25PCIEX	C131、C49、C151	
VTT_GMCH	C81、C82、C84、C85	
DDR18 V	C223、C281、C117、C118	
V_CKDDR	L4、C87、C88	
VCCDQ_CRT	C89	
VCCML_DDR	FB13、C157、C83	
VCCA_EXP	C158	
VCCA_DAC_01、VCC_DAT_02	C170	
VCC1_25_PL	C219、C205、C59、C203、C76、C77	

4. 北桥 VCC1_25 形成电路测量

VCC1_25 形成电路由运算放大器 U9A 和场效应晶体管 Q19、Q22 构成。对该电路的测量主要是测量场效应晶体管 Q19、Q22 和运算放大器 U9A 的工作情况。测量点如图 6-50 所示。将测量结果填入表 6-9 所示的表格中。

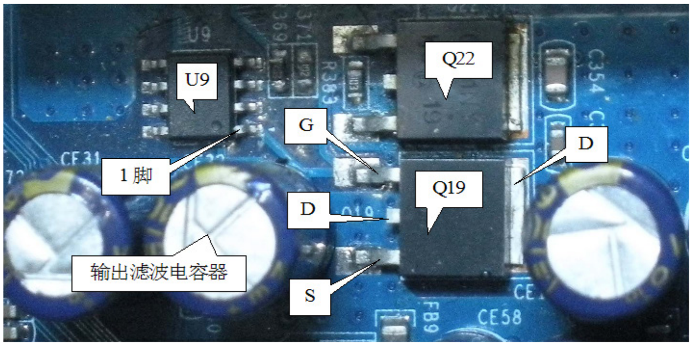


图 6-50　VCC1_25 形成电路电压测量点

表 6-9　VCC1_25 形成电路电压测量点

测量项目	测 量 点	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　　向	反　　向	
U9A	8 脚（电源）			
	1 脚（输出）			
	3 脚（正向输入）			
	2 脚（反向输入）			

（续表）

测量项目	测 量 点	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　　向	反　　向	
Q19	S 极			
	D 极			
	G 极			
Q22	S 极			
	D 极			
	G 极			

5.　VTT_GMCH 形成电路测量

VTT_GMCH 形成电路由运算放大器 U8A 和场效应晶体管 Q18 构成。对该电路的测量主要是测量场效应晶体管 Q18 和运算放大器 U8A 的工作情况。测量点如图 6-51 所示。将测量结果填入表 6-10 所示的表格中。

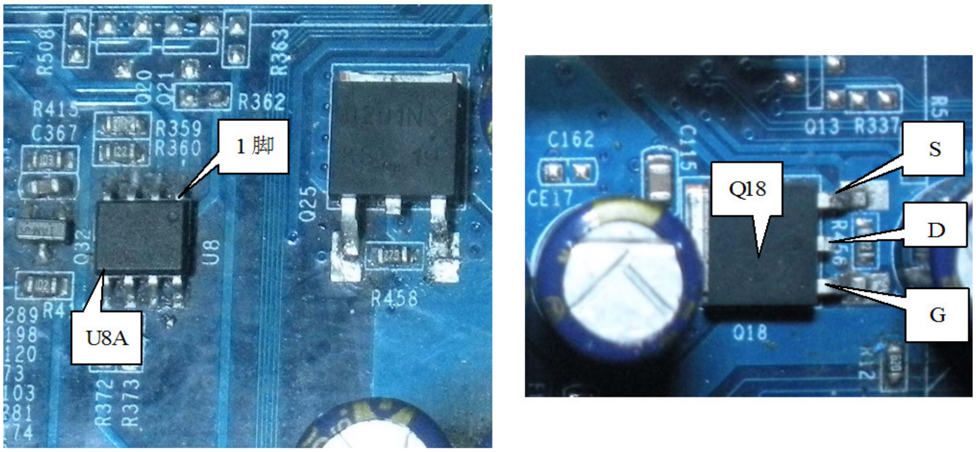


图 6-51　VTT_GMCH 形成电路电压测量点

表 6-10　VTT_GMCH 形成电路电压测量点

测量项目	测 量 点	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　　向	反　　向	
U8A	8 脚（电源）			
	1 脚（输出）			
	3 脚（正向输入）			
	2 脚（反向输入）			
Q18	S 极			
	D 极			
	G 极			

6.5.2　主板南北桥供电电路故障模拟

1.　3 VDUAL 电路可能出故障的元器件

U7 损坏。

2.　南桥主供电电路可能出故障的元器件

U8 损坏、R372 开路，Q25 损坏。

3.　北桥主供电电路可能出故障的元器件

U9 损坏、R369 开路，Q19 损坏、Q22 损坏。

4.　VTT_GMCH 电路可能出故障的元器件

U8 损坏、R359 开路、Q18 损坏。

6.5.3　主板南北桥供电电路故障维修

1.　3 VDUAL 电路维修步骤

第 1 步：测量 U7 3（输入端）电压，如果不等于 5 V，则 ATX 电源的 5 VSB 没有输出或者 5 VSB 电路对地短路。检查 5 VSB 电路上所接元器件短路情况。

第 2 步：如果 U7 3 脚电压正常（5 V），则测量 U7 2 脚对地电阻值，如果为 0Ω，则 3 VDUAL 输出电路有元器件短路，检查 3 VDUAL 输出电路上所接的元器件。

第 3 步：以上均正常，则是 U7（LM1117-3.3）损坏，更换 LM1117 即可。

2.　南桥主供电 VCC1_05 电路维修步骤

第 1 步：测量 Q25 D 极电压是否为 1.5 V，不正常则检查内存供电电路。

第 2 步：测量运算放大器 U8B（LM358）第 5 脚，是否为 1.05 V，不正常则检查 3 VDUAL 输出电路和 R372、R373，更换损坏元器件。

第 3 步：检查 U8B 第 7 脚是否有输出，无输出则 U8B 损坏，更换 U8B。

第 4 步：检查 Q25 是否损坏，损坏则更换 Q25。

第 5 步：检查 VCC1_05 输出端是否短路，有短路则检查 VCC1_05 上所连接的元器件，更换损坏元器件。

3.　北桥主供电 VCC1_25 电路维修步骤

第 1 步：测量 Q19 D 极电压是否为 1.5 V，不正常则检查内存供电电路。

第 2 步：测量运算放大器 U9A（LM358）第 2 脚，是否为 1.25 V，不正常则检查 3 VDUAL 输出电路和 R369、R371，更换损坏元器件。

第 3 步：检查 U9A 第 1 脚是否有输出，无输出则 U9A 损坏，更换 U9A。

第 4 步：检查 Q19、Q22 是否损坏，损坏则更换 Q19、Q22。

第 5 步：检查 VCC1_25 输出端是否短路，有短路则检查 VCC1_25 上所连接的元器件，更换损坏元器件。

6.6 本章练习题

一、选择题

1．通常情况下，以下不属于南桥需要的电压有_________。

A. 1.05 V　　B. 1.5 V

C. 3.3 V　　D. 12 V

2．关于南桥芯片供电说法正确的有_________。

A. 南北桥芯片的供电电路是完全分开的。

B. 南桥芯片的所有供电都需要在按下开机按键前就具有。

C. 南桥芯片的供电都来自于 ATX 电源 5 VSB。

D. 南桥芯片在按下开机键之前必须具有部分供电。

3．关于北桥芯片供电说法正确的有_________。

A. 南北桥芯片的供电电路是完全分开的。

B. 北桥芯片的所有供电都需要在按下开机按键前就具有。

C. 北桥芯片的供电都来自于 ATX 电源 12 V。

D. 北桥芯片在按下开机键之前必须具有部分供电。

二、填空题

1．主板上的 3.3 VSB 电压是由____________________产生的。

2．北桥芯片的供电方式主要有__________种，分别是___________________。

3．南桥芯片在开机按键按下前需要有____________________供电。

三、简单题

1．北桥电路供电主要有哪几种？

2．南桥电路供电主要有哪几种？

3．开关电源供电方式基本原理是什么？

4．3.3 VSB 电压产生的基本原理和过程。

第 7 章　主板内存供电电路结构原理及故障检修

主板中常见的内存插槽主要有 DDR 内存插槽、DDR2 内存插槽、DDR3 内存插槽等。其中 DDR 需要 2.5 V 和 1.25 V 供电两种，DDR2 需要 1.8 V 和 0.9 V 供电两种，DDR3 则需要 1.5 V 和 0.75 V 供电两种，其中电压较低用于数据线上。内存供电部分通常被设计在内存插槽附近，主板都有专门的内存供电电路。

7.1　主板内存供电电路结构原理

1. 内存供电电路功能

内存供电电路主要向内存提供其所需的 2.5 V、1.8 V、1.5 V、1.25 V、0.9 V 和 0.75 V 电压。如果内存供电电路设计不合理就会出现内存供电不足等现象，继而将影响主板的稳定性。

2. 主板内存供电电路的分类

主板内存供电主要包括两种供电方式，一种为开关电源组成的供电方式，采用这种方式的供电电路主要由专用电源管理芯片、电感器、场效应晶体管、滤波电容器等部件组成。这种供电电路的工作原理和 CPU 供电电路的原理类似。

另一种供电方式采用低压差线性调节芯片组成的调压电路进行供电。调压电路组成的内存供电电路主要由运算放大器（如 LM358）、精密稳压器（如 TL431）、场效应晶体管、电阻器和电容器等组成。

其中开关电源方式的供电比调压方式的供电电压更好，DDR2、DDR3 都采用开关电源的供电方式来产生内存电压。

7.1.1　主板内存供电电路组成

内存供电电路主要由电源管理芯片、场效应晶体管、滤波电容器、电感器、电阻器等元器件组成。

1. 电源管理芯片

输出相位相差 180° 的两路方波信号，来控制场效应晶体管的导通和截止，以此控制输出的内存供电电压大小。

2. 场效应晶体管

由电源管理芯片来控制场效应晶体管的导通和截止，通过场效应晶体管的导通和截止分别对电感器和电容器进行充放电和电容滤波，给内存提供稳定的电源电压输出。

3. 滤波电容器

滤波电容器分为供电端和输出端，其中，供电端主要是对电源管理芯片进行供电和内

存变换电路的输入电压，输出端则是对内存电压进行滤波。

4. 电感器

在场效应晶体管的导通和截止下对电感的充放电来输出内存工作所需要的电源电压。

7.1.2 内存供电电路原理

内存供电主要分为开关电源供电方式和低压差线性调压供电方式。下面分别对这两种供电方式进行分析。

1. 低压差线性调压供电方式

使用 LM358 来构成的内存电源供电原理如图 7-1 所示。

通电瞬间，LM358 没有电压输出，场效应晶体管 Q1 的 G 极为低电平，Q1 截止，A 点及输出点没有电压输出。

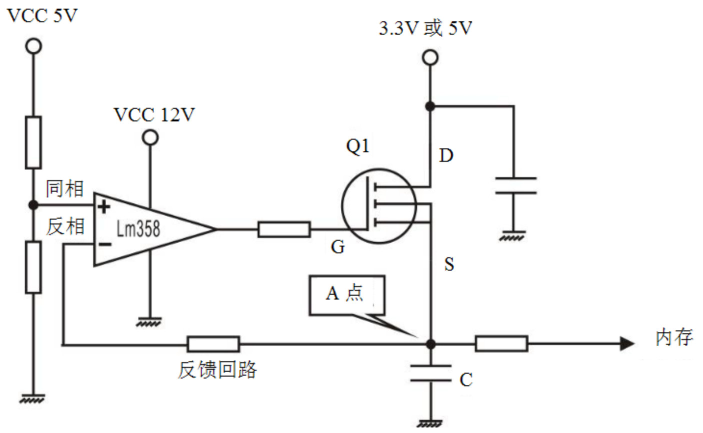


图 7-1 内存电源供电原理

通电后，VCC5 V 通过分压电阻向 LM358 的同相端供电，LM358 输出高电平，场效应晶体管 Q1 因 G 电平升高，导通，A 点电压升高。同时电容器 C 进行电能储能。随着 A 点电压的升高，LM358 路，电压也在升高，这样同相和反相进行比较，LM358 在同相和反相都是 2.5 V 的情况下，进入平衡状态，将 A 点电压稳定在 2.5 V 上。当 A 点向负载（内存）提供供电后，A 点电压下降，这时通过反馈环路，比较器 LM358 的同相端电压大于反相端，LM358 输出高电平，Q1 继续导通，向 A 点提供电流，提高 A 点的电压，在这里 C 在 A 点电压低时，释放储能，高时吸收能量，起到一个储能稳压的作用。当内存停止工作，不再从 A 点吸取电流时，A 点电压升高，经比较器比较后，LM358 输出低电平，Q1 截止，A 点电压不再升高。保持稳定。这样 A 始终保持在 2.5 V 上。

2. 开关电源供电方式

应用 PWM 控制方式的开关电源供电形式，主要目的是经过脉宽的调整，从而达到输出一个稳定电压的目的，并且同时产生大电流。主板上很多电路的目的都是为了产生一个低压大电流，让负载稳定地工作。

3. 开关电源供电原理

内存开关式电源供电原理图如图 7-2 所示。

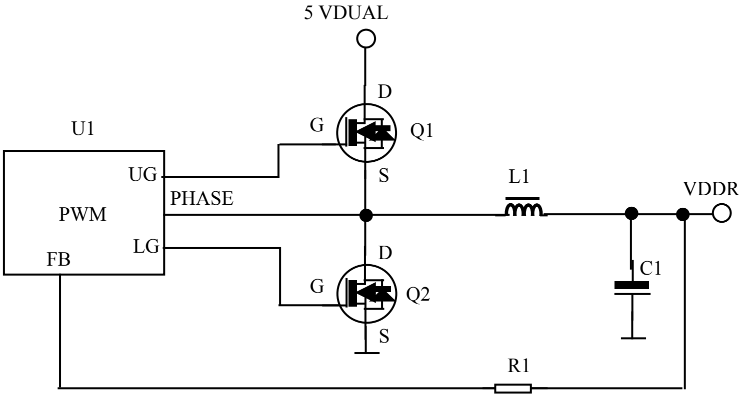


图 7-2　内存开关式电源供电原理图

内存开关电源供电方式与 CPU 的供电方式相同，只是输出的电压和电流不同，在内存供电中，由电源管理芯片 U1 来控制场效应晶体管 Q1 和 Q2 的导通与截止将 5 V 电压转换为内存所需要的电压。其基本工作过程如下：

（1） 当电源管理芯片 U1 得到电源供电后，内部的各个电路开始启动工作。当芯片内部的驱动器也工作后，会从 UG 脚和 LG 脚同时输出两路相反的脉宽调节信号。

（2） 当 UG 脚输出高电平控制信号后，Q1 开始导通，输出 VDDR 的电压，经过 L1 滤波后得到一个稳定的 VDDR，为内存供电（此时 L1 上是左“+”、右“−”的电压，表示电压从“+”流向“−”）。

（3） 当 UG 脚输出低电平时，Q1 截止工作后，L1 上没有电流经过，此时 L1 自身产生反电动势（形成在 L1 上是右“+”、左“−”的电压，表示电压从“+”流向“−”）。由于 L1 上产生的反电动势会反向把 Q1 给击穿，所以为了保护 Q1，在设计上安装了 Q2。

（4） 当 UG 脚输出低电平时，LG 脚同时输出高电平，命令 Q2 开始导通。当 Q2 导通后，就使得 L1 上产生的右“+”、左“−”的电压直接输出到地线上，达到保护 Q1 的目的。

（5）电流检测电路：Q1 输出的 VDDR 工作电压直接反馈到 U1 的 PHASE 脚，PHASE 脚把检测到的电流大小进行内部比较，若电流偏大，则内部的高端门驱动器会控制 UGATE 脚输出低电平的脉宽时间稍长一点，那么 Q1 的导通时间就会减少，则 Q1 输出电流就会减小。通过不断调整改变 Q1 的输出状态，从而达到稳定电流的目的。

（6） 电压检测电路：L1 电感线圈输出 VDDR 后，另一路直接经过 R1，把输出电压的信息反馈到 U1 的 FB 脚。当此脚得到反馈电压后，与内部的基准电压进行对比。若反馈电压偏高，则内部的驱动器会控制 UG 脚的驱动方波，当驱动方波输出的低电平的脉宽时间变长，Q1 截止时间就变长，输出电压就会变低，直到 FB 反馈电压达到稳定时，此芯片就能稳定地输出 VDDR 稳定的工作电压。

4. Intel H61 主板 DDRIII 内存供电电路

如图 7-3 所示为 Intel H61 主板 DDRIII 1.5 V 内存供电电路原理图。

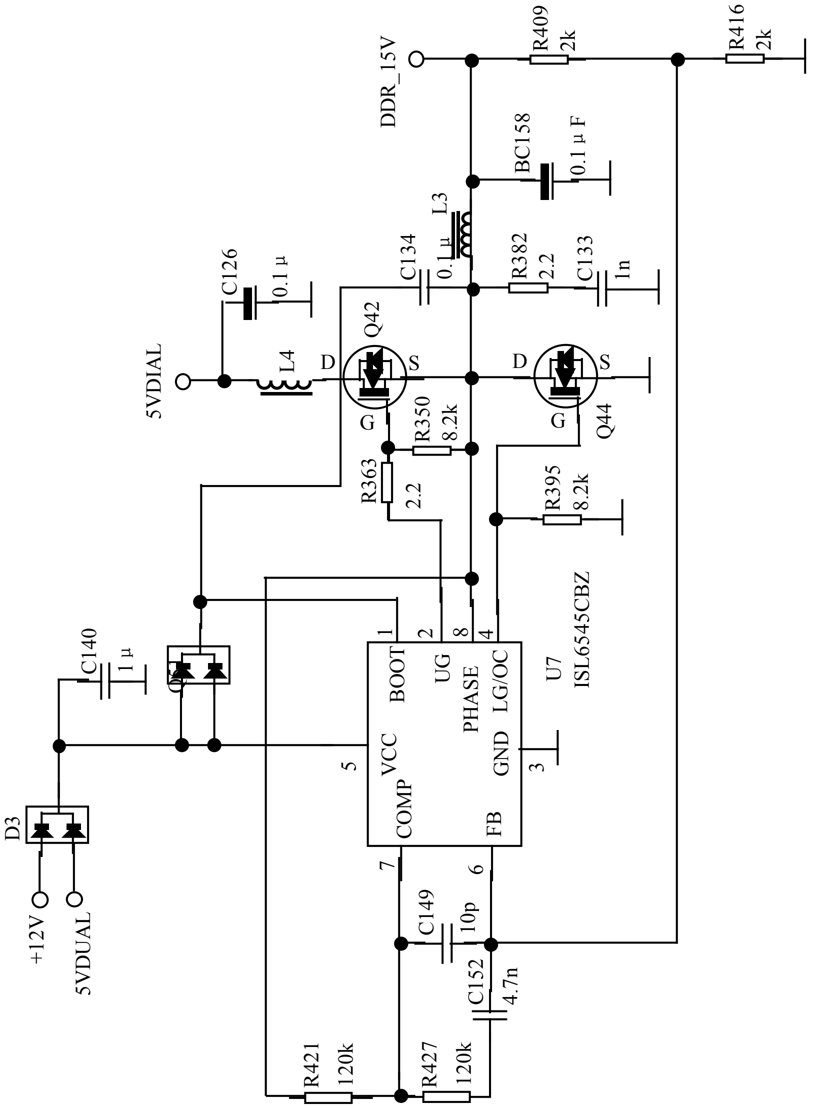


图 7-3　Intel H61 主板 DDRIII 1.5 V 内存供电电路原理图

在 Intel H61 主板内存供电中采用了 Intersil 公司的 ISL6545CBZ 芯片作为 PWM 芯片。ISL6545 CB2 芯片的引脚功能如表 7-1 所示。

表 7-1　ISL6545 CB2 芯片的引脚功能

引 脚 号	名　　称	功　　能
1	BOOT	自举端
2	UGATE	上开关管驱动信号输出端
3	GND	接地端
4	LGATE	下开关管驱动信号输出端
5	VCC	电源
6	FB	电压反馈输入端
7	COMP	电流补偿控制端
8	PHASE	过流检测反相输入端

由电源管理芯片 U7 来控制场效应晶体管 Q42 和 Q44 的导通与截止将 5 V 电压转换为内存所需要的电压。其基本工作过程如下：

（1） 当电源管理芯片 U7（ISL6545 CB2）得到电源供电后，内部的各个电路开始启动工作。当芯片内部的驱动器也工作后，会从 UG 脚和 LG 脚同时输出两路相反的脉宽调节信号。

（2） 当 UG 脚输出高电平控制信号后，Q42 开始导通，输出 DDR_15 V 的电压，经过 L3 滤波后得到一个稳定的 DDR_15 V，为内存供电。

（3） 当 UG 脚输出低电平时，Q42 截止工作后，L3 上没有电流经过，此时 L3 自身产生反电动势。

（4） 当 UG 脚输出低电平时，LG 脚同时输出高电平，命令 Q44 开始导通。当 Q44 导通后，就使得 L3 上产生电压直接输出到地线上，达到保护 Q42 的目的。

（5） 电流检测电路：Q42 输出的 DDR_15 V 工作电压直接反馈到 U7 的 PHASE 脚，PHASE 脚把检测到的电流大小进行内部比较，若电流偏大，则内部的高端门驱动器会控制 UG 脚输出低电平的脉宽时间稍长一点，那么 Q42 的导通时间就会减少，则 Q42 输出电流就会减小。通过不断调整改变 Q42 的输出状态，从而达到稳定电流的目的。

（6） 电压检测电路：L3 电感线圈输出 DDR_15 V 后，另一路直接经过 R409 和 R416 分压后，把输出电压的信息反馈到 U7 的 FB 脚。当此脚得到反馈电压后，与内部的基准电压进行对比。若反馈电压偏高，则内部的驱动器会控制 UG 脚的驱动方波，当驱动方波输出的低电平的脉宽时间变长，Q42 截止时间就变长，输出电压就会变低，直到 FB 反馈电压达到稳定时，此芯片就能稳定地输出 DDR_15 V 稳定的工作电压（1.5 V）。

5. 精英 P4M890T DDRII 内存 1.8 V 供电电路

如图 7-4 所示为精英 P4M890T DDRII 内存 1.8 V 供电电路原理图。

在精英 P4M890T 主板 DDRII 内存供电中采用了 RICHTEK 公司的 RT9218CS 芯片作为 PWM 芯片。

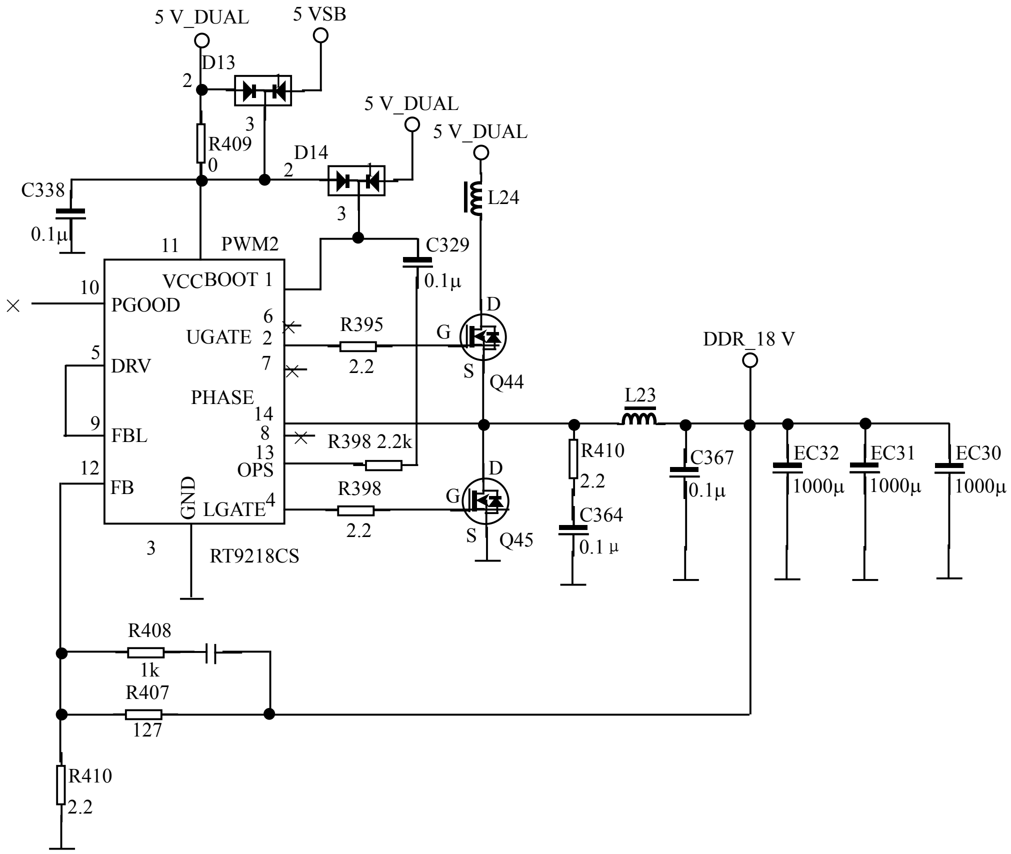


图 7-4　精英 P4M890T DDRII 内存 1.8 V 供电电路原理图

RT9218CS 的引脚功能如表 7-2 所示。

表 7-2　RT9218CS 引脚功能

引 脚 号	名　　称	功　　能
1	BOOT	自举端
2	UGATE	上开关管驱动信号输出端
3	GND	接地端
4	LGATE	下开关管驱动信号输出端
5	DRV	辅助开关管驱动信号输出端
6	NC	空脚
7	NC	空脚
8	NC	空脚
9	FBL	辅助供电电压反馈输入端，可接对地电阻调整输出电压
10	PGOOD	Power Good 信号输出端
11	VCC	电源
12	FB	电压反馈输入端
13	OPS	频率设置端/使能端
14	PHASE	过流检测反相输入端

由电源管理芯片 PWM2（RT9218CS）来控制场效应晶体管 Q44（上管）和 Q45（下管）的导通与截止将 5 V（5 V_DUAL）电压转换为内存所需要的电压。其基本工作过程如下：

（1） 当电源管理芯片 PWM2（RT9218CS）11 脚得到电源供电后，内部的各个电路开始启动工作。当芯片内部的驱动器也工作后，会从 UGATE 脚和 LGATE 脚同时输出两路相反的脉宽调节信号。

（2） 当 UGATE 脚输出高电平控制信号后，Q44 开始导通，输出 DDR_18 V 的电压，经过 L23 滤波后得到一个稳定的 DDR_18 V，为内存提供给供电。

（3） 当 UGATE 脚输出低电平时，Q44 截止工作后，L23 上没有电流经过，此时 L23 自身产生反电动势。为内存供电。

（4） 当 UGATE 脚输出低电平时，LGATE 脚同时输出高电平，命令 Q45 开始导通。当 Q45 导通后，就使得 L23 上产生电压直接输出到地线上，达到保护 Q44 的目的。

（5） 电流检测电路：Q44 输出的 DDR_18 V 工作电压直接反馈到 PWM2 的 PHASE 脚，PHASE 脚把检测到的电流大小进行内部比较，若电流偏大，则内部的高端门驱动器会控制 UG 脚输出低电平的脉宽时间稍长一点，那么 Q44 的导通时间就会减少，则经 Q44 输出电流就会减小。通过不断调整改变 Q44 的输出状态，从而达到稳定电流的目的。

（6） 电压检测电路：L23 电感线圈输出 DDR_18 V 后，另一路直接经过 R407 和 R410 分压后，把输出电压的信息反馈到 PWM2 的 FB 脚。当此脚得到反馈电压后，与内部的基准电压进行对比。若反馈电压偏高，则内部的驱动器会控制 UGATE 脚的驱动方波，当驱动方波输出的低电平的脉宽时间变长，Q44 截止时间就变长，输出电压就会变低，直到 FB 反馈电压达到稳定时，此芯片就能稳定地输出 DDR_18 V 稳定的工作电压（1.8 V）。

7.2　Intel DVR G41 主板内存电路原理分析

1. Intel DVR G41 主板 DDRIII 内存供电原理分析

如图 7-5 所示为 Intel DVR G41 主板 DDRIII 1.5 V 内存供电电路原理图。

在 Intel DVR 主板 DDRIII 内存供电中采用了 RICHTEK 公司的 RT9214 芯片作为 PWM 控制芯片。

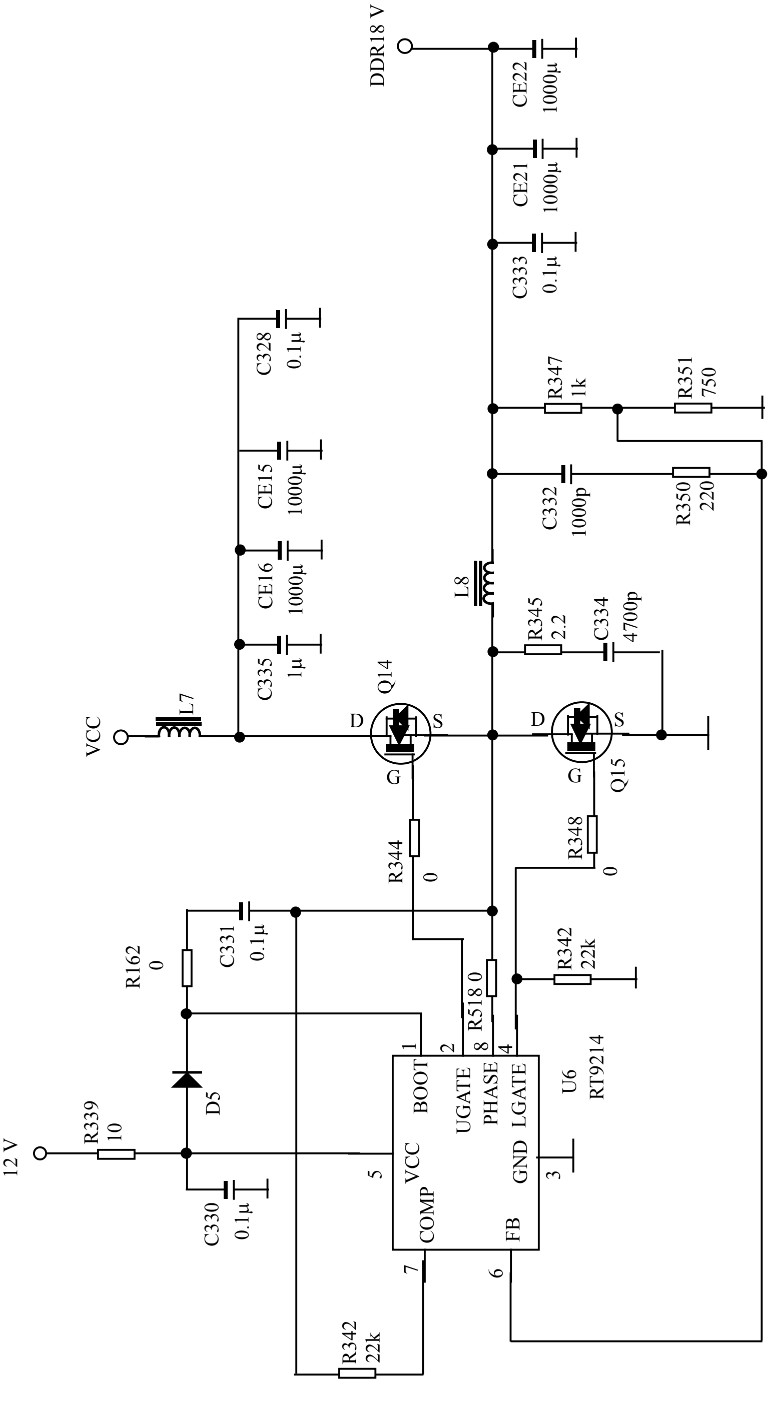


图 7-5 DVR G41 主板 DDRIII 1.5 V 内存供电电路原理图

RT9214 的引脚功能如表 7-3 所示。

表 7-3　RT9214 引脚功能

引 脚 号	名　称	功　能
1	BOOT	自举端
2	UGATE	上开关管驱动信号输出端
3	GND	接地端
4	LGATE	下开关管驱动信号输出端
5	VCC	电源
6	FB	电压反馈输入端
7	OPS	频率设置端/使能控制端
8	PHASE	过流检测反相输入端

由电源管理芯片 U6（RT9214）来控制场效应晶体管 Q14（上管）和 Q15（下管）的导通与截止，将 5 V（VCC）电压转换为内存所需要的电压。其基本工作过程如下：

（1） 当电源管理芯片 U6 的 5 脚得到电源供电后，内部的各个电路开始启动工作。当芯片内部的驱动器也工作后，会从 UGATE 脚和 LGATE 脚同时输出两路相反的脉宽调节信号。

（2） 当 UGATE 脚输出高电平控制信号后，Q14 开始导通，输出 DDR18 V 的电压，经过 L8 滤波后得到一个稳定的 DDR18 V，为内存供电。

（3） 当 UGATE 脚输出低电平时，Q14 截止工作后，L8 上没有电流经过，此时 L8 自身产生反电动势。

（4） 当 UGATE 脚输出低电平时，LGATE 脚同时输出高电平，使得 Q15 开始导通。当 Q15 导通后，就使得 L8 上产生电压直接输出到地线上，达到保护 Q14 的目的。

（5） 电流检测电路：Q14 输出的 DDR18 V 工作电压直接反馈到 U6 的 PHASE 脚，PHASE 脚把检测到的电流大小进行内部比较，若电流偏大，则内部的高端门驱动器会控制 UG 脚输出低电平的脉宽时间稍长一点，那么 Q14 的导通时间就会减少，则 Q14 输出电流就会减小。通过不断调整改变 Q14 的输出状态，从而达到稳定电流的目的。

（6） 电压检测电路：L8 电感线圈输出 DDR18 V 后，另一路直接经过 R347 和 R351 分压后，把输出电压的信息反馈到 U6 的 FB 脚。当此脚得到反馈电压后，与内部的基准电压进行对比。若反馈电压偏高，则内部的驱动器会控制 UGATE 脚的驱动方波，当驱动方波输出的低电平的脉宽时间变长，Q14 截止时间就变长，输出电压就会变低，直到 FB 反馈电压达到稳定时，此芯片就能稳定地输出 DDR18 V 稳定的工作电压（1.5 V）。

2. Intel DVR G41 主板 DDR_VTT 原理分析

DDR_VTT 主要为 DDR 的地址、控制线等信号提供信号完整性而提供的终端电阻电源。DDR_VTT 为终端电阻的上拉电源，DDR_VTT=VDDQ/2。在 DDR 的设计中，根据拓扑结构的不同，有的设计使用不到 DDR_VTT，如控制器带的 DDR 器件比较少的情况下。如果使用 DDR_VTT，则 DDR_VTT 的电流要求是比较大的，所以需要走线使用铜皮铺过去。并且 DDR_VTT 要求电源即可以吸电流，又可以灌电流才可以。一般情况下可以使用专门为 DDR 设计的产生 DDR_VTT 的电源芯片来满足要求。

而且，每个拉到 DDR_VTT 的电阻器旁一般放一个 10～100 nF 的电容器，整个 DDR_VTT 电路上需要有μF 级大电容器进行储能。

一般情况下，DDR 的数据线都是一驱一的结构，且 DDR2 和 DDR3 内部都有 ODT 做匹配，所以不需要拉到 DDR_VTT 做匹配即可得到较好的信号质量。而地址和控制信号线如果是多负载的情况下，会由一驱多，并且内部没有 ODT，所以常常需要使用 DDR_VTT 进行信号质量的匹配控制。

DDR_VTT 主要采用专门的 VTT 基准电压供电芯片来实现将 DDR 电源取 1 半，即 1/2 VDDQ 来为 DDR_VTT 提供电源。

如图 7-6 所示为 Intel DVR G41 主板的 DDR_VTT 电路原理图。在这个主板的 DDRVTT 电路中采用的是 RICHTEK 公司的 RT9173 来产生 DDRVTT 电压的。如图 7-7 所示为 RT9173 内部电路方框图，表 7-4 所示为 RT9173 的引脚功能。

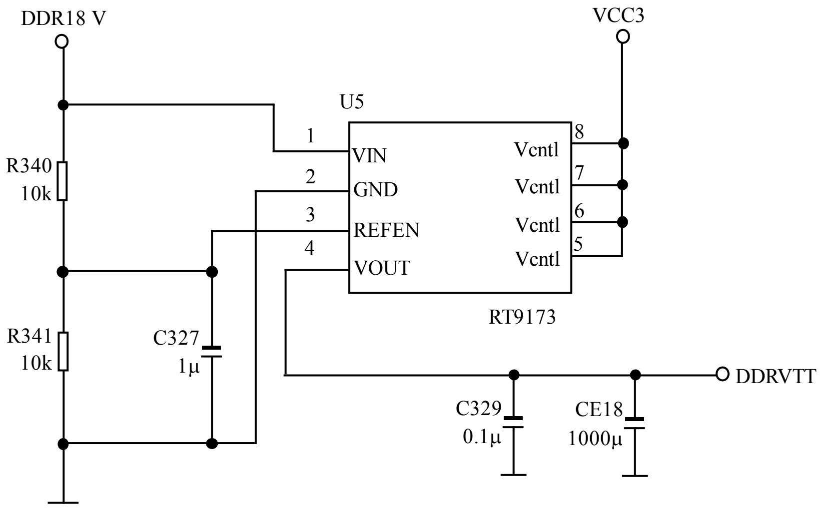


图 7-6 DDR_VTT 电路原理图

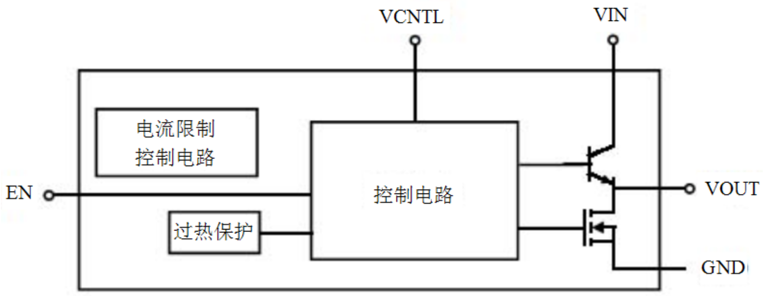


图 7-7 RT9173 内部电路方框图

表 7-4　RT9173 引脚功能

引 脚 号	名　称	功　能
1	VIN	工作电压输入端
2	GND	接地端
3	REFEN	输出电压控制端，输出的电压等于该引脚输入的基准电压
4	VOUT	稳压输出端
5	VCNTL	芯片逻辑电路电压输入端
6	VCNTL	芯片逻辑电路电压输入端
7	VCNTL	芯片逻辑电路电压输入端
8	VCNTL	芯片逻辑电路电压输入端

DDR_VTT 工作原理：

DDRIII 内存的供电电压经 R340、R341 分压后得到电压为 DDR18 V/2（即 0.75 V）经 C327 滤波后输入到 RT9317 的 REFEN（3 脚）端，集成块 RT9137 的输出电压 VOUT 电压就等于 REFEN 的输入电压，即 DDR18 V/2（即 0.75 V）。由此得到为内存供电电压二分之一的 DDRVTT 电压，为 DDRIII 内存提供终端电阻电源。

7.3　内存电路检修流程

内存电路故障主要就是电源管理芯片、场效应晶体管、滤波电容器等元器件的损坏造成的，在检修的时候主要就是按照电流的流向来检测是否有电流通过。没有电流流过来，则相应的电路就存在故障，内存供电电路的检修流程如图 7-8 所示。

内存 DDRVTT 电路为内存终端电阻提供终端电压，主要出现的故障是由于输入电压不正常或者集成块损坏造成的。其检修流程如图 7-9 所示。

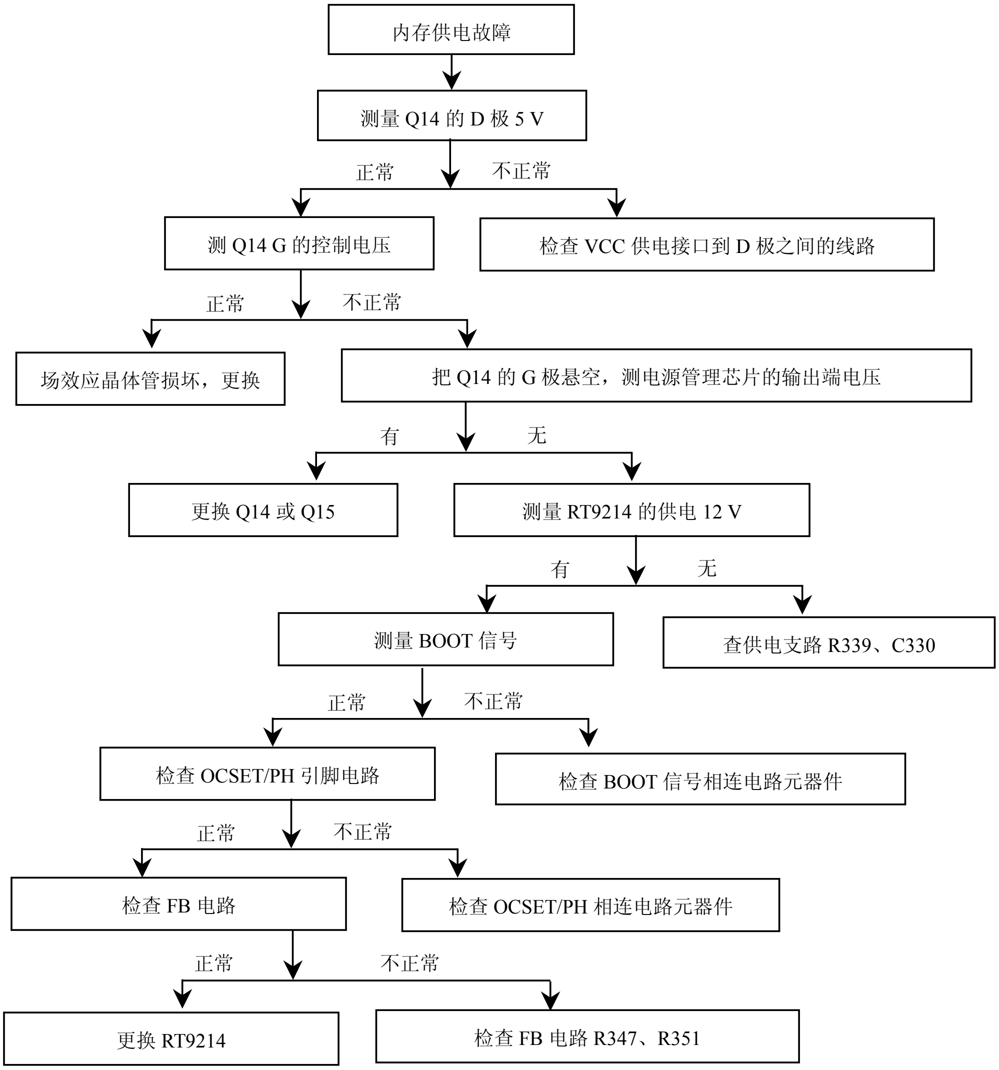


图 7-8　内存供电电路检修流程

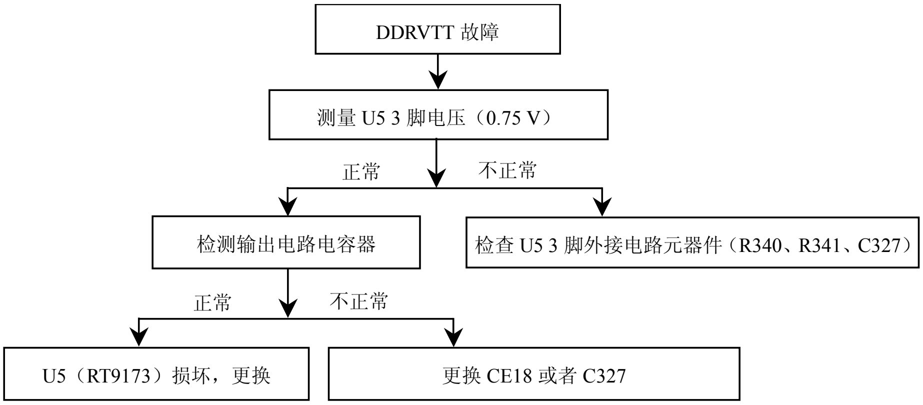


图 7-9　DDRVTT 电路检修流程

7.4　内存电路检测思路

1.　易损坏元器件

内存供电电路中的易损坏元器件主要有场效应晶体管、滤波电容器、分压电阻器、电源管理芯片等。

2.　故障检测点

故障检测点 1：场效应晶体管

效应管损坏，将导致内存供电没有电压输出，造成不能开机，并且在内存供电电路中场效应晶体管是最容易被烧毁的器件。所以在维修时首先应该检查场效应晶体管是否正常，场效应晶体管好坏的判断方法为：首先将数字式万用表置于电阻挡（二极管位置或高阻挡），将表笔的（−）（即数字表的黑笔）接场效应晶体管的源级。先用表笔（+）接触场效应晶体管的栅极，然后在将表笔（+）移到场效应晶体管漏极，观察其读数；然后用手捏住场效应晶体管栅极和源极（即为场效应晶体管放电），松手后，再去测场效应晶体管漏极－源极电阻值，观察两种情况的电阻变化：若前者较小，后者较大，则场效应晶体管正常；若两者变化不大（都较小或较大），则场效应晶体管已坏。

故障检测点 2：电源管理芯片

电源管理芯片损坏后，其输出端无输出信号，将无法控制场效应晶体管工作，即无法为内存提供电源。电源管理芯片好坏的判断方法：首先测量电源管理芯片的工作条件是否满足（电源、控制端、基准电压、使能端等），如果工作条件满足却没有输出信号，则电源管理芯片已经损坏。

故障检测点 3：滤波电容器

电容器的损坏可能导致无法正常为电源电源芯片提供电源（电源管理芯片输入端的滤波电容器）、无法为内存供电提供供电（内存供电输出端的滤波电容器）或内存供电不稳定。电容好坏的判断方法为：对于 1 μF 以上的电容器，如果用指针式万用表，一般用 R×1 k 挡；对于 1 μF 以下的电容器，用 R×10 k 挡，将表笔分别接触电容器的两极。这时万用表指针将摆动，然后慢慢恢复到零位或零位附近。这样的电容器是好的。电容器的电容量越大，充电时间越长，指针向 0 方向摆动得也越慢。如果接上后，指针不动显示的电阻值很少并不动，可以判断电容器已经损坏。如果用数字表的测电容挡，可直接读到电容器的电容量（当然会有一点误差），如果读数和标示值相差太远或没有电容量，就可判断此电容器已经损坏。

7.5　内存电路维修实训

7.5.1　内存供电电路数据测试

1.　DDRIII 内存供电输出

DDRIII 内存供电的输出电压就是测量经 L8、C333、CE21、CE22 滤波后的电压，可

以测量 DDRIII 内存插槽的 51、54、57、60、62、65、66、69、72、75、78、170、173、176、179、182、183、186、189、191、194、197 插针等，或者测量 C332、R347（接 L8 端）的电压也可。各电压测量点如图 7-10 所示。

2. 场效应晶体管测量

测量 Q14、Q15 各个引脚的电阻值和工作电压。测量点如图 7-10 所示，并将测量结果填入表 7-5 所示的表格中。

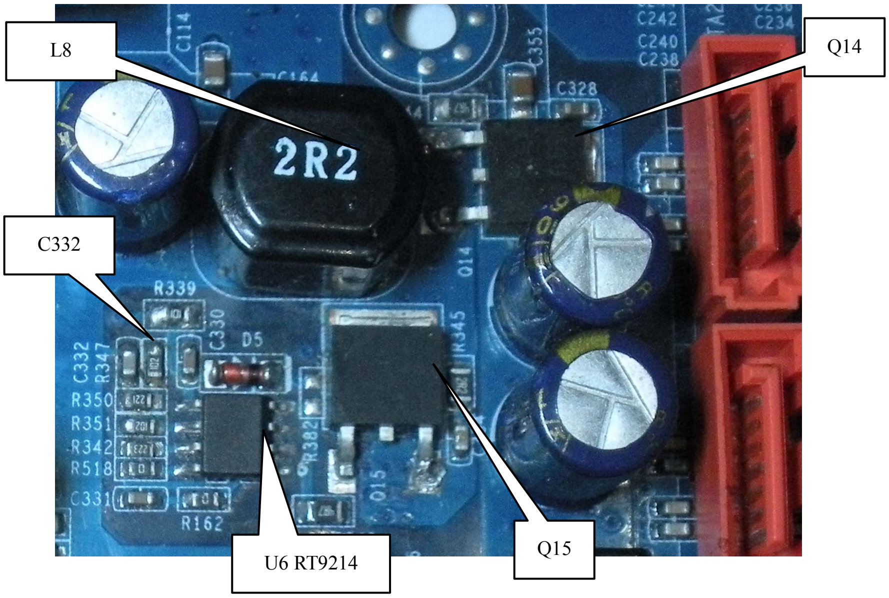


图 7-10 DDRIII 内存供电电压测量点

表 7-5 场效应晶体管与电源管理芯片电阻值与电压测量

器件编号	引　脚	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　向	反　向	
Q14	G			
	D			
	S			
Q15	G			
	D			
	S			
U6（RT9214）	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			

3.　电源管理芯片测量

测量电源管理芯片 U6 RT9214 各个引脚的对地电阻值和工作时的工作电压，用于对比判断 U6 RT9214 集成块是否损坏。测量点如图 7-10 所示，并将测量结果填入表 7-5 所示的表格中。

4.　DDRVTT 测量

测量 DDRVTT 的输出电压：可以通过测量 C329 或者 DDRIII 内存插槽的 120、240 插针来测量。

U5 RT9173 测量：测量 U5 RT9173 的对地电阻值和工作电压，可以用于判断 U5 RT9173 是否损坏。

测量点如图 7-11 所示，并将测量结果填入表 7-6 所示的表格中。

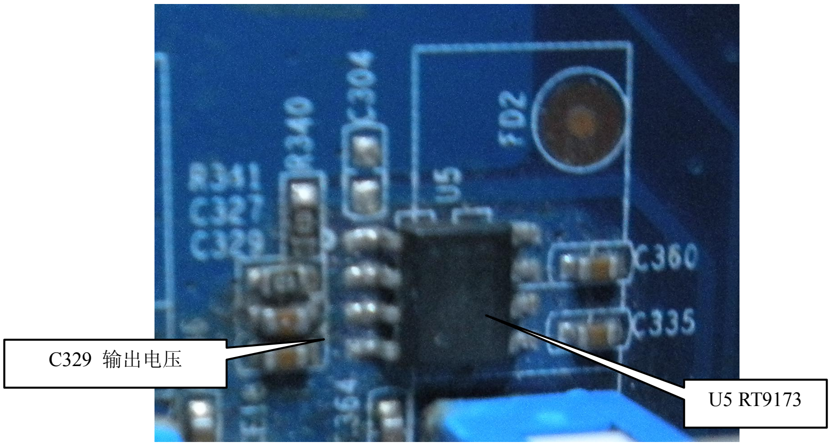


图 7-11　DDRVTT 测量点

表 7-6　电源管理芯片的测量

器件编号	引　脚	电阻值（Ω）		电压（V）
		正　向	反　向	
U5（RT9173）	1～3			
	4			
	5			
	6～8			

7.5.2　内存供电电路故障模拟

内存供电电路中可能出现故障的元器件有：

（1）　场效应晶体管供电电路：L7 开路，C355、CE16、CE15、C328 漏电。

（2）　场效应晶体管：Q14、Q15 损坏。

（3）　内存电压输出电路：L8 开路，C333、CE21、CE22 漏电。

（4）　电源管理芯片及外围电路：RT9214 损坏，R339 开路，C330 短路、漏电，D5

损坏，R162 开路，C331 开路，R342 开路，R344 开路，R351 开路，C332 短路。

7.5.3 内存供电电路故障维修

（1） 测内存槽 DDR3 测试点上是否有 1.5 V 供电电压输出，若无 1.5 V 输出，则检测下一步。

（2） 测 Q14 的 S 极有无输出，若无则检测下一步。

（3） 测 Q14 的 D 极+5 V 输入是否正常，若不正常，则检查 ATX+5 V 到 Q14 的 D 极间有无断线（有断线直接补线即可），若有供电输入则检测下一步。

（4） 测 Q14 的 G 极是否有高电平控制电压，若有高电平控制电压，则直接更换 Q14（注：Q15 击穿造成短路故障，也会引起 Q14 输出电压为 0 V），若无高电平控制电压输出，则检测下一步。

（5） 测 RT9214 电源控制芯片的工作条件是否正常，查工作条件，测 RT9214 的 5 脚是否有+12 V 输入，若无+12 V 输入则直接更换 ATX +12 V 至第 5 脚间的电阻器 R339，若有+12 V 输入，则测 RT9214 的第 1 脚是否有 11.3 V 左右的电压，若第 1 脚无此电压则更换 D5，若有此电压则检测下一步。

（6） 测 RT9214 的第 6 脚是否有 0.8 V 的稳定电压，若无则直接更换反馈电路中的 R351，然后测第 7 脚是否有 1 V 以上的工作电压。若无工作电压则查外围控制电路，对损坏元件直接进行更换，若第 7 脚有 1 V 以上工作电压，则直接更换 RT9214。

7.6 本章练习题

一、选择题

1．内存供电电路主要向内存提供其所需的__________等几种电压。

A. 3.3 V　　B. 2.5 V

C. 1.25 V　　D. 12 V

2．DDRIII 内存的供电方式是_________。

A. 开关电源供电　　B. 线性电源供电

C. ATX 电源直接供电　　D. LM1117 供电

二、填空题

1．内存供电电路是由____________________三大部分电路组成的开关电源。

2．调压方式的内存供电电路主要由____________________等组成。

3．三端可调精密稳压器 TL431 的作用是___________________。

三、简答题

1．简述内存 1.25 V 上拉供电电路的工作原理。

2．简述内存供电线性可调供电方式和开关电源供电方式的区别。

第 8 章　主板 CMOS 和 BIOS 供电电路结构原理及故障检修

CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）互补金属氧化物半导体存储器的缩写。CMOS 是一种可读写存储器（RAM），一般内置在主板的南桥内。CMOS 主要用来保存日期、时间、主板上存储器的容量、硬盘的类型和数目、显卡的类型、当前系统的硬件配置和用户设置的某些参数等重要信息。

CMOS 利用低电流存储，计算机关机时由一块备用电池供电。正由于 CMOS 管理着计算机中的这些基本信息，它的作用才显得非常重要，如果不小心丢失（电池电压不足或没电了）或错误地修改了 CMOS 中的信息，开机之后，计算机将无法正常启动。

BIOS（基本输入/输出系统）内有 ROM 存储器，其中固化了一组程序，这些程序为计算机提供最低级、最直接的硬件控制与支持，计算机的原始操作都是依照固化在 ROM 芯片里的程序来完成的，因此它既属于硬件又属于软件，将计算机软件与硬件关联起来，负责在电脑开启时检测、初始化系统设备，装入操作系统并调度操作系统向硬件发出指令的系统模块。

8.1　主板 CMOS 和 BIOS 供电电路结构原理

8.1.1　主板 BIOS 供电电路结构原理

BIOS 全名为 Basic Input Output System，即基本输入/输出系统，是计算机中最基础而又最重要的程序。这一段程序被存放在一个不需要电源的记忆体（芯片）中，这就是平时所说的 BIOS。它为计算机提供最低级的、最直接的硬件控制，计算机原始操作都是依照固化在 BIOS 芯片中的程序来完成的。准确的说，BIOS 就是硬件与软件程序之间的一个“转换器”或者说是接口，它负责开机时对系统的各项硬件进行初始化设置和测试，以确保系统能够正常工作。计算机用户在使用计算机的过程中，都会接触到 BIOS，它在计算机系统中起着非常重要的作用，如果硬件不正常则立即停止工作，并把出错设备信息反馈给用户，如图 8-1 所示为主板上的 BIOS 芯片。

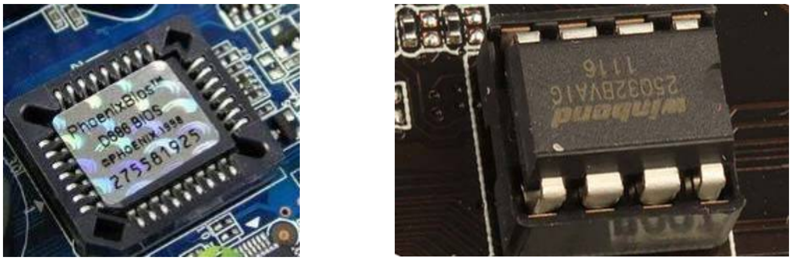


图 8-1　主板上的 BIOS 芯片

BIOS 芯片实际上是一种 FlashRom，ROM 中存放着 BIOS 数据文件（如主板、CPU、内存、上电自具及设置程序）和一小块启动程序（BOOT BLOCK）用于紧急情况下接管系统的启动。一般情况下我们无法向其中写入数据，只有在一定的编程电压下进行写入或擦除工作，而且无需使用烧录器。

由于 BIOS 直接和系统硬件资源打交道，因此总是针对某一类型的硬件系统，而各种硬件系统又各有不同，所以存在各种不同种类的 BIOS。随着硬件技术的发展，同一种 BIOS 也先后出现了不同的版本，新版本的 BIOS 比起老版本来，功能更强。

BIOS ROM 芯片的容量一般为 4～32 MB。相同容量的 BIOS ROM 芯片，不论厂家、具体型号，从原则上是可以代换的，所以，没有必要非要找与原主板型号相同的芯片，只要是同系列（如都是 Flash ROM）、同容量、同封装的芯片，都可以相互代换。

1. BIOS 芯片的功能

（1） 硬件中断服务。

BIOS 中断服务程序实质上就是计算机系统中软件与硬件之间的一个可编程接口，主要用于程序软件功能与计算机硬件之间的接口。例如 Windows 对硬盘、光驱、中断的设置等服务。

（2） BIOS 系统设置程序。

计算机部件配置记录存放在一块可写的 CMOS RAM 芯片之中，主要保存着系统的基本情况（CPU、硬盘、光驱、内存等部件的信息）。在 BIOS ROM 芯片中装有“系统设置程序”，主要用来设置 CMOS RAM 中的各项参数。这个程序在开机时按下某个键（一般为 DEL 键）就可以进入设置状态，并提供友好的界面。

（3） POST 上电自检。

计算机接通电源后，系统首先由 POST 程序来对内部各个配件设备进行检查。

（4） BIOS 系统启动自举程序。

系统完成 POST 自检后，BIOS 芯片就首先按照系统 CMOS 设置中保存的启动顺序搜索软硬盘以及 CD-ROM、DVD-ROM、U 盘、移动硬盘、网络服务器等有效启动驱动器，读入操作系统引导记录，然后将系统控制权交给引导记录，并由引导记录来完成系统的顺序启动。

2. BIOS 芯片的作用

（1） 自检及初始化。

开机后 BIOS 最先被启动，然后它会对计算机的硬件设备进行完全彻底的检验和测试。如果发现问题，分两种情况处理：严重关故障停机，不给出任何提示或信号；非严重故障则给出屏幕提示或声音报警信号，等待用户处理。如果未发现问题，则将硬件设置为备用状态，然后启动操作系统，把它对计算机的控制器交给用户。

（2） 设定中断。

开机时，BIOS 会告诉 CPU 各个硬件设备的中断号，当用户发出使用某个设备的指令后，CPU 就根据中断号使用相应的硬件来完成工作，再更换中断号跳回原来的工作。

（3） 程序服务。

BIOS 直接与计算机的 I/O（Input/Output，即输入/输出）设备打交道，通过特定的数据

端口发出命令，传送或接收各种外部设备的数据，实现软件程序对硬件的直接操作。

3. BIOS 芯片的工作过程

当主机电源开始供电，CPU 接收到 VR（电压调节系统）发出的一个电压信号，然后经过一系列的逻辑单元确认 CPU 运行电压之后，主板芯片接收到发出的“启动”工作指令，让 CPU 复位。接着 CPU 发出寻址信息寻找自检程序，寻址信息通过前端总线发向北桥芯片，北桥芯片接收到寻址信息后，再发给南桥芯片，南桥芯片收到寻址信息后，通过 SPI 总线向 BIOS 芯片发出信息。之后 BIOS 芯片再通过 SPI 总线、南桥、北桥、前端总线向 CPU 输出自检程序，CPU 收到自检程序后开始自检并启动计算机。

4. Intel G43 BIOS 电路

Intel G43 BIOS 电路如图 8-2 所示。

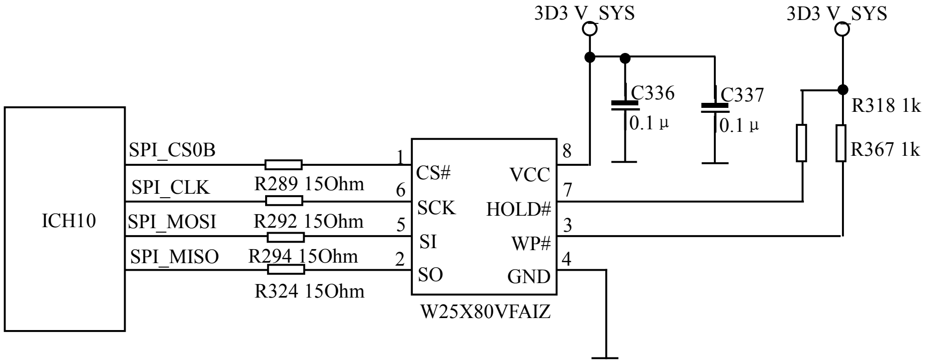


图 8-2　Intel G43 BIOS 电路

Intel G43 主板采用 W25X80 VFAIZ 芯片作为 BIOS 芯片。其芯片引脚功能如表 8-1 所示。

表 8-1 W25X80 VFAIZ 引脚功能

引 脚 号	符　　号	名　　称	功　　能
1	CS#	芯片选择	由 CS#脚高到低电平转换来选择芯片，在任何命令程序期间 CS#必须保持低电平
2	SO	串行数据输出	把芯片内部数据串行的输出
3	WP#	写保护	写保护（WP#）引脚使用来允许和不允许状态计数器 BPL 位
4	GND	接地端	电源地
5	SI	串行数据输入	串行数据输入芯片
6	SCK	串行时钟	为串行接口提供时钟
7	HOLD#	保存	不用复位芯片，暂时地停止闪存的串行通信
8	VCC	电源	3.3 V 电源

（1）　电源。

BIOS 芯片电源由 3.3 V 经 C336、C337 滤波后直接给芯片供电

（2）　串行数据输入/输出。

要对 BIOS 芯片的数据进行输入/输出时必须保持第 1 脚 CS#为低电平。

BIOS 芯片数据的输入由南桥经 R294 输入到第 5 脚。

BIOS 芯片数据的输出由第 2 脚经 R324 输出到南桥。

（3） 串行时钟。

由 BIOS 芯片的第 6 脚经 R292 连接到南桥。

（4） 其他。

写保护 WP#直接接 3.3 V 电源，使芯片一直处于非写保护状态，方便 BIOS 刷写，HOLD#保持端也是直接接电源，让 BIOS 芯片一直处于可用状态。

5. GIGA G61 BIOS 电路

GIGA（技嘉科技）G61 主板采用了双 BIOS 技术，在主板上设计两个 BIOS 芯片，起到当一个 BIOS 被破坏时启用另一个 BIOS，系统也可以正常工作的作用。GIGA 双 BIOS 实物外形如图 8-3 所示。

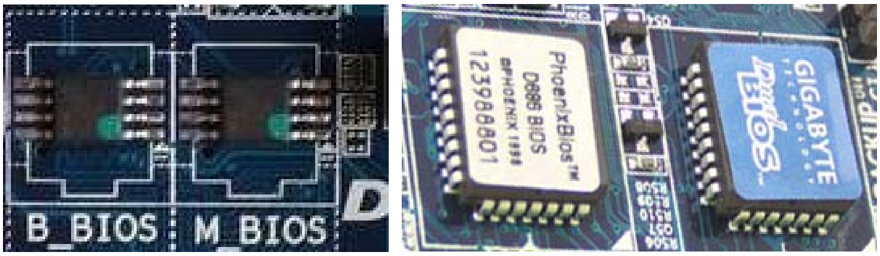


图 8-3 GIGA G61 BIOS 实物外形

按照芯片的工作顺序，这两颗 BIOS 芯片一颗为主 BIOS，一颗为后备 BIOS。当第一颗 BIOS 由于某种原因而不能正常工作时，系统会自动启用备用的第二颗 BIOS 继续完成工作，并可以修复损坏的 BIOS。

GIGA G61 主板双 BIOS 电路原理图如图 8-4 所示。

主 BIOS 芯片为 M_BIOS，备份芯片为 B_BIOS。

BIOS 电路由 PCH（南桥）、I/O 芯片和 BIOS 芯片构成。

其中数据的 SI、SO（输入/输出），SCK（串行时钟信号）、CS#片选信号和 WP#（写保护信号）皆由 PCH 控制，而 HOLD#由 I/O（IT8728）控制。

（1） 电源。

BIOS 电路的电源由 ATX 电源的 3.3 V（橙色线）经保险电阻器 R335、R340 和 BC152、BC148 滤波后提供。

（2） 片选。

片选信号由 PCH 提供，H61 输出信号后由 R378 上拉电阻器、C130 滤波再分别经 R370 片选 M_BIOS，经 R379 片选 B_BIOS。

（3） 串行数据输入/输出。

要对 BIOS 芯片的数据进行输入/输出时必须保持第 1 脚 CS#为低电平。

BIOS 芯片数据的输入由南桥芯片输入到第 5 脚。

BIOS 芯片数据的输出由第 2 脚输出到南桥芯片。

（4） 串行时钟。

由 BIOS 芯片的第 6 脚直接连接到南桥芯片。

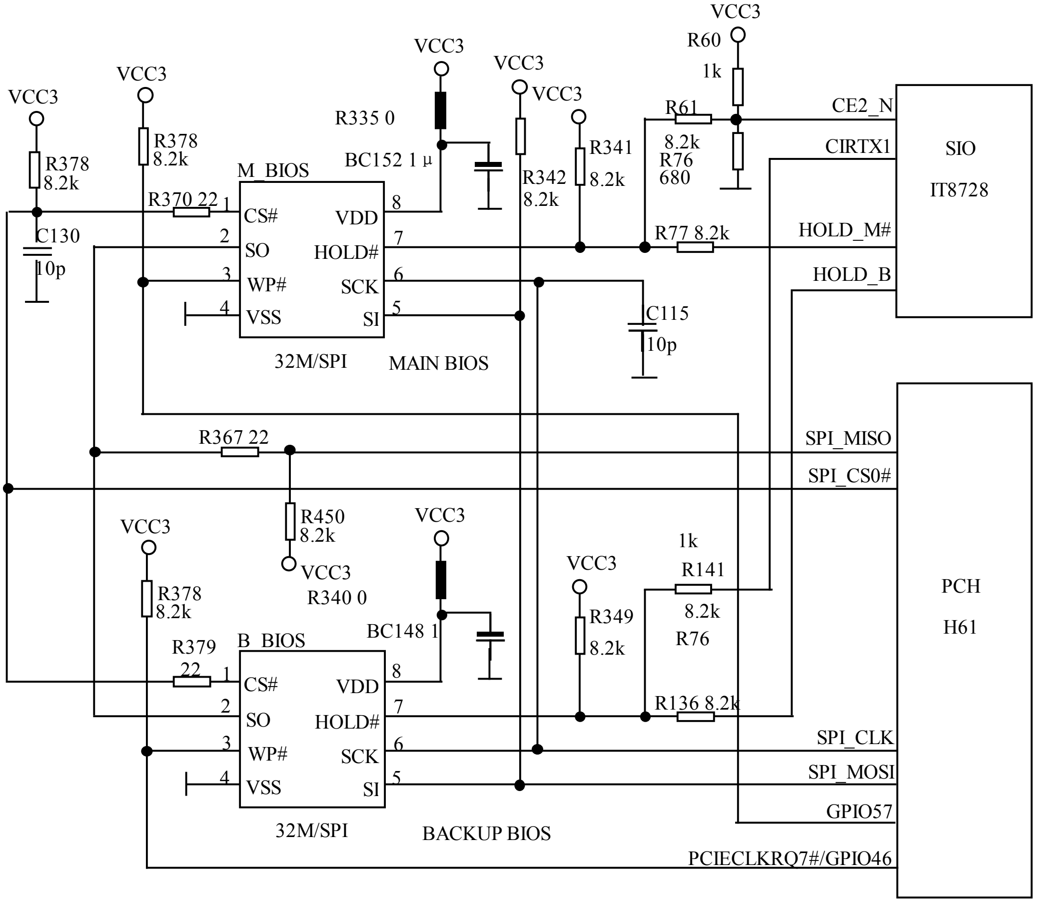


图 8-4　GIGA G61 主板双 BIOS 电路原理图

8.1.2　CMOS 供电电路结构原理

CMOS 电路由于要保存 CMOS 存储器中的信息，在主板断电后，由一块纽扣电池供电使 CMOS 电路正常工作，保证 CMOS 存储器中的信息丢失。CMOS 电路在得到不间断的供电和外围专用晶振提供的电压后，将一直处于工作状态，可以随时参与计算机的唤醒任务。

CMOS 电路主要由 CMOS 随机存储器、实时时钟电路（振荡器、晶振、谐振电容器等）、电池和跳线等几部分组成，如图 8-5 所示。

1.　CMOS 随机存储器

CMOS 随机存储器的作用是存储系统日期、时间、主板上存储器的容量、硬盘的类型和数目、显卡的类型、当前系统的硬件配置和用户设置的某些参数等重要的基本信息，开机时由 BISO 对系统自检初始化后，将系统自检到的配置与 CMOS 随机存储器中的参数进行比较，正确无误后才能启动系统。

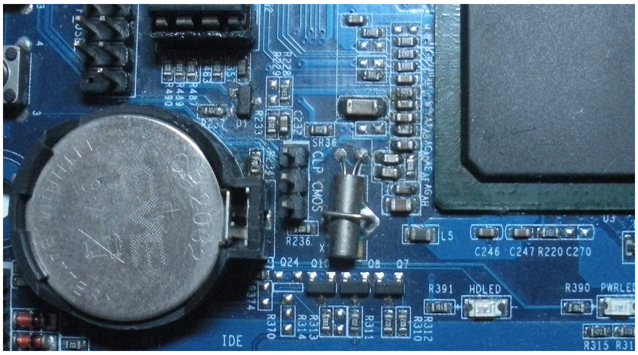


图 8-5　DVR G41 主板 CMOS 电路

CMOS 随机存储器的主要特点是：

- 功耗低。
- 可随机读取或写入数据，断电后用 CMOS 电池来保持存储器中的信息内容不丢失。
- 工作速度比动态随机存储器（DRAM）快。

CMOS 随机存储器的容量一般为 64 字节或 128 字节。

2. 实时时钟电路

实时时钟电路的作用是产生 32.768 kHz 的正弦波时钟信号，负责向 CMOS 电路和开机电路提供所需的时钟信号（CLK）。实时时钟电路主要包括振荡器（集成在南桥中）、32.768 kHz 频率的晶体振荡器、谐振电容器等元器件。

3. CMOS 电池

CMOS 电池的作用主要是在主板断电后，向 CMOS 随机存储器和实时时钟电路提供电源，使 CMOS 随机存储器中的信息不丢失，CMOS 电路一直处于工作状态，可以随时参与计算机的唤醒任务。电池的种类一般为锂锰纽扣电池。如图 8-6 所示。

图 8-6　CMOS 电池

4. CMOS 跳线

CMOS 跳线的作用是切断 CMOS 电路的供电，清除 CMOS 存储器中的信息，清除之后，再开机时到 BISO 只读存储器中读取主板出厂时的默认值，CMOS 跳线有双针跳线和三针跳线两种。

5.　主板 CMOS 电路工作原理

由于主板厂商的设计不同，CMOS 电路会有所不同，但基本电路原理相同，即 ATX 电源插座的 SB5 V（第 9 针）或 SB3.3 V 电源和主板电池的正极同时连接到 CMOS 跳线的其中一针，而 CMOS 跳线的另外一针连接到南桥中的 CMOS 随机存储器和实时时钟电路（32.768 kHz）。

下面根据不同主板的 CMOS 电路，分别说明它们的工作原理。

（1）　CMOS 电路原理图（1）如图 8-7 所示。

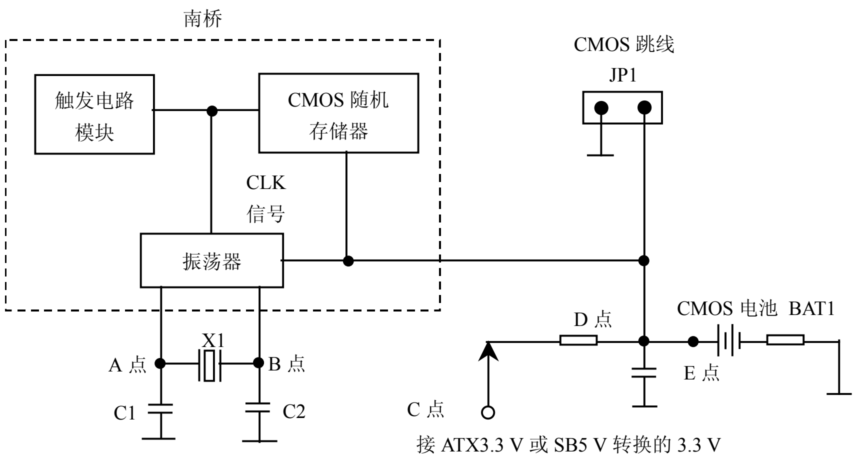


图 8-7　CMOS 电路原理图（1）

图中，CMOS 随机存储器和实时时钟电路的振荡器内置在南桥内部，X1 为 32.768 kHz 晶振，C1 和 C2 为谐振电容器，JP1 为两针 CMOS 跳线，BAT1 为主板电池，C 点为 ATX 电源的 3.3 V 电源或接 SB5 V（第 9 针）再转变为 3.3 V。

当主板接电后，C 点的电压为 3.3 V，D 点电压为也为 3.3 V，E 点电压为 3 V（电池电压）比 D 点电压低，这时电流从 D 点流向 E 点开始给电池充电（台式机的：现在用 3 V CR2032 锂电池的都不可以充，充电会爆炸的。十多年以前的 486、586 主板有些用的是 NI-CD 或 NI-MH 电池，这些是可以充的。笔记本的：用 CR2032 锂电池的都是不可以充的，有些笔记本用的是黄色塑料包着的电池，用两根线接主板上，这种是可以充的）。此时 CMOS 电路由 C 点供电，同时实时时钟电路向 CMOS 电路提供 CLK 时钟信号，CMOS 电路处于工作状态，并随时准备参与开机启动；当主板开机后，CMOS 电路会根据 CPU 的请求向 CPU 发送开机自检程序，准备开机；当主板断电同时 C 点、D 点电压变低，当低于 3 V 时，E 点的电压比 D 点高，电流从 E 点流向 D 点，此时主板电池开始向 CMOS 电路供电，保证 CMOS 电路正常工作，CMOS 存储器中的信息不丢失。

（2）　CMOS 电路原理图（2）如图 8-8 所示。

CMOS 随机存储器和实时时钟电路的振荡器内置在南桥内部，X1 为 32.768 kHz 的晶振，C1 和 C2 为谐振电容器，JP1 为三针 CMOS 跳线，平时，第 2、3 针是用一个跳线帽连在一起的，D1 和 D2 为两个相同型号的二极管（一般管压降为 0.3 V 左右的锗管），BAT1

为主板电池，C 点接 ATX 电源的 3.3 V 电源或者 SB5 V 经转换后的 3.3 V。

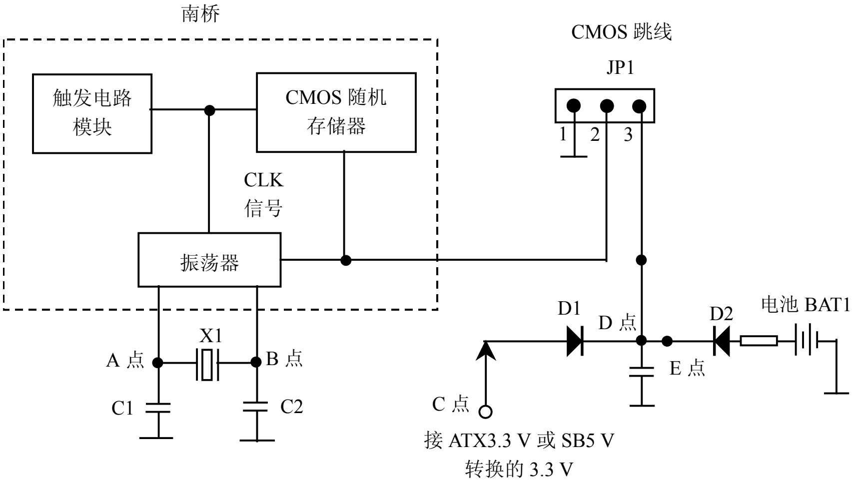


图 8-8　CMOS 电路原理图（2）

当主板接电后，C 点电压为 3.3 V，D 点电压为 3 V，E 点的电压为 2.7 V（电池的电压减去 D2 的管压降）比 D 点电压低，此时 CMOS 电路有 C 点供电，同时实时时钟电路向 CMOS 电路提供 CLK 时钟信号，CMOS 处于工作状态，并随时准备参与计算机的唤醒：当主板开机后，CMOS 电路会根据 CPU 的请求向 CPU 发送开机自检程序，准备开机；当主板断电后，瞬间 C 点、D 点电压变低，当低于 2.7 V 时，E 点电压比 D 点的高，电流向 E 点流向 D 点，此时主板电池开始向 CMOS 电路供电，保证 CMOS 电路正常工作，CMOS 存储器中的信息不丢失。

（3） CMOS 电路原理图（3）如图 8-9 所示。

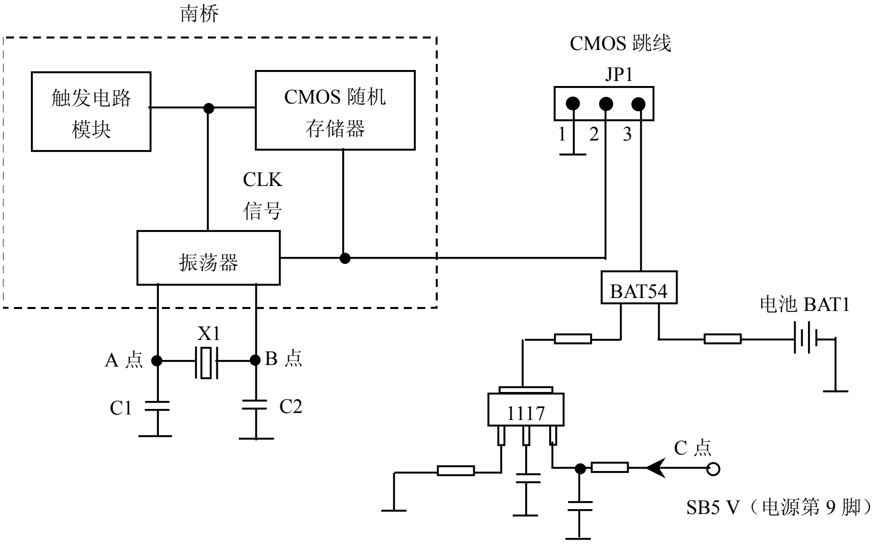


图 8-9　CMOS 电路原理图（3）

CMOS 随机存储器和实时时钟电路的振荡器内置在南桥内部，X1 为 32.768 kHz 的晶振，C1 和 C2 为谐振电容器，JP1 为第三针 CMOS 跳线，平时第 2、3 针是用一个跳线帽连在一起的，1117 为低压差三端稳压器，作用是将 5 V 电压转换为 3.3 V 电压，1117 三端稳压器从中间脚输出 3.3 V，BAT54 为三脚双二极管，它的内部相当于两个相同型号的二极管并联，其内部原理图如图 8-10 所示，BAT1 为主板电池，C 点接 SB5 V。

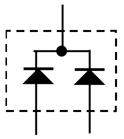


图 8-10　BAT54 内部原理图

（3） 的工作原理和（2）基本相同，不同的是 SB5 V 经过三端稳压器 1117 转换为 3.3 V 电压。

6. Intel H61 主板 CMOS 电路原理分析

Intel H61 主板不再使用南北桥结构，只有一个 PCH（Platform Controller Hub）集成南桥取代以前的南桥，北桥大部分功能集成到 CPU 之中，一部分集成到 PCH 之中。在 H61 主板的 CMOS 电路也集成在 PCH 之中，如图 8-11 所示为 Intel H61 的 CMOS 电路原理图。

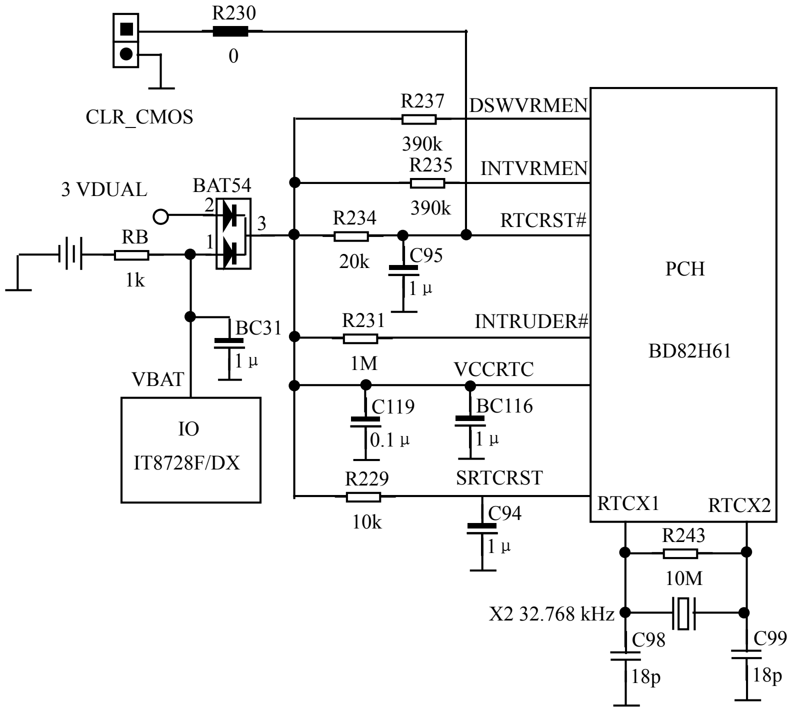


图 8-11　Intel H61 的 CMOS 电路原理图

（1） 供电。

CMOS 电路的供电由 CMOS 电池和主板 SB5 V 转换后的 3 VDUAL（3.3 V）共同供给。当计算机接电源上的时候，3 VDUAL 接到双二极管（BAT54）的第 2 脚，经 BAT54 内部二极管传到 3 脚（约为 3 V），此时 BAT54C 的第 1 脚 3 V，第 1、3 脚之间的二极管截止，CMOS 电池不对 CMOS 电路供电。

当计算机电源没有接上时，BAT54 的第 2 脚电压为 0 V，第 1 脚电压为 3 V（CMOS 电池电压），第 3 脚电压为 2.7 V，BAT54 的第 2、3 脚之间的二极管截止，由 CMOS 电池为 CMOS 电路供电。

（2） CMOS 清零跳线。

本电路采用两针的 CMOS 跳线，当要对 CMOS 放电时，直接用跳线帽将 CLR_CMOS 跳线短接，则 CMOS 电路的 RTCRST#（CMOS 电路复位端）对地短路，CMOS 电路复位清零，正常使用时 CLR_CMOS 跳线不接即可。

（3） 实时时钟振荡电路。

由 PCH 内部电路和晶振 X2、谐振电容器 C98、C99 和反馈电阻器 R243 构成。

8.2 DVR G41 主板 CMOS 和 BIOS 电路原理分析

1. CMOS 电路

如图 8-12 所示为 DVR G41 主板的 CMOS 电路。CMOS 电路由 CMOS 供电、实时时钟、复位电路等组成。

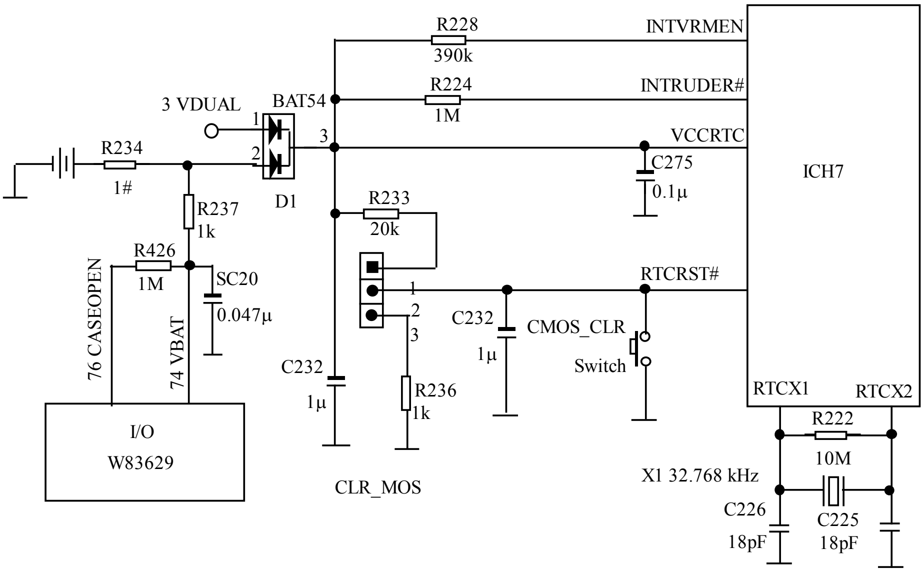


图 8-12 DVR G41 主板的 CMOS 电路

（1） 供电。

CMOS 电路的供电由 CMOS 电池和主板 SB5 V 转换后的 3 VDUAL（3.3 V）共同供给。当计算机接电源上的时候，3 VDUAL 接到双二极管（BAT54C）的第 1 脚，经 BAT54 内

部二极管传到第 3 脚（约为 3 V），此时 BAT54 的第 2 脚 3 V，第 2、3 脚之间的二极管截止，CMOS 电池不对 CMOS 电路供电。

当计算机电源没有接上时，BAT54 的第 1 脚电压为 0 V，第 2 脚电压为 3 V（CMOS 电池电压），第 3 脚电压为 2.7 V，BAT54 的第 1、3 脚之间的二极管截止，由 CMOS 电池为 CMOS 电路供电。

（2） CMOS 清零跳线。

本电路采用的是三针的 CMOS 跳线和按键 CMOS 清零开关，当要对 CMOS 复位清零时，将跳线帽从 CLR_CMOS 跳线的 1、2 针上取下，在用跳线帽将 CLR_CMOS 跳线的 2、3 针短接，则 CMOS 电路的 RTCRST#（CMOS 电路复位端）对地短路，CMOS 电路复位清零，正常使用时 CLR_CMOS 跳线接 1、2 针上即可。

采用按键清零的时候，直接将 CMOS_CLR 按键按下即可将 RTCRST#引脚对地短路，RTCRST#为低电平而使 CMOS 电路复位清零。

（3） 实时时钟振荡电路。

由 PCH 内部电路和晶振 X1、谐振电容器 CC225、C226 和反馈电阻器 R222 构成。产生 32.768 kHz 的实时时钟信号。

2. BIOS 电路

DVR G41 主板 BISO 电路如图 8-13 所示。

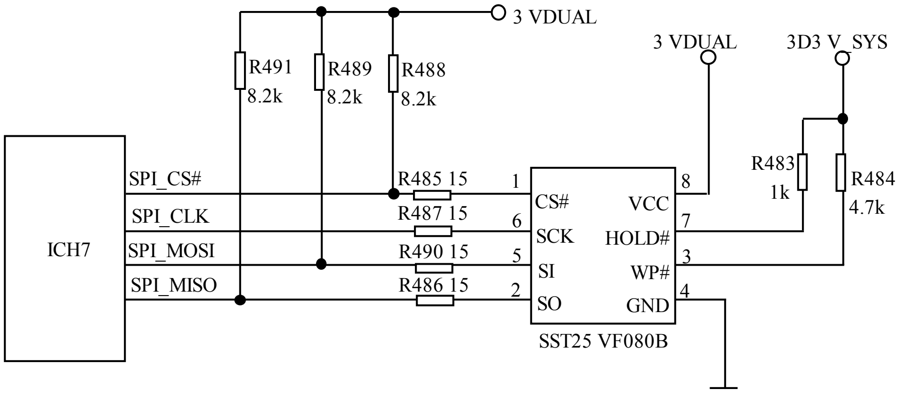


图 8-13　DVR G41 主板 BIOS 电路

DVR G41 主板 BIOS 电路由南桥芯片和 BIOS 存储器构成。其主要电路包括供电、数据传输线路、时钟信号等部分电路。BIOS 存储芯片采用 SST25 VF080B，存储容量为 8 Mbit 的 SPI Serial Flash 芯片。

（1） 电源。

BIOS 芯片电源由 3.3 VDUAL 直接给芯片供电。

（2） 串行数据输入/输出。

要对 BIOS 芯片的数据进行输入/输出时，必须保持第 1 脚 CS#为低电平。

BIOS 芯片数据的输入由南桥经 R490 输入到第 5 脚。由 R489 提供 3.3 V 的上拉电压，增强信号的传输能力。

BIOS 芯片数据的输出由第 2 脚经 R486 输出到南桥。由 R491 提供 3.3 V 的上拉电压，

增强信号的传输能力。

（3） 串行时钟。

由 BIOS 芯片的第 6 脚经 R487 连接到南桥，作为 SPI 总线的时钟信号。

（4） 其他。

写保护 WP#直接经电阻器 R484 接 3.3 V 电源，使芯片一直处于非写保护状态，方便 BIOS 刷写，HOLD#保持端也是直接经电阻器 R483 接电源，让 BIOS 芯片一直处于可用状态。

8.3 CMOS 和 BIOS 电路检修流程

1. CMOS 电路故障检修流程

主板 CMOS 电路故障主要是由供电二极管损坏或晶振旁边的电容器被击穿或 CMOS 电池故障，当出现故障时可以参考 CMOS 电路工作检测流程；来对主板进行检测，检测时重点检测每个电路模块的关键测试点，通过测试点快速准确的找出故障的部件并修复 CMOS 电路工作。具体 CMOS 故障检修流程如图 8-14 所示。

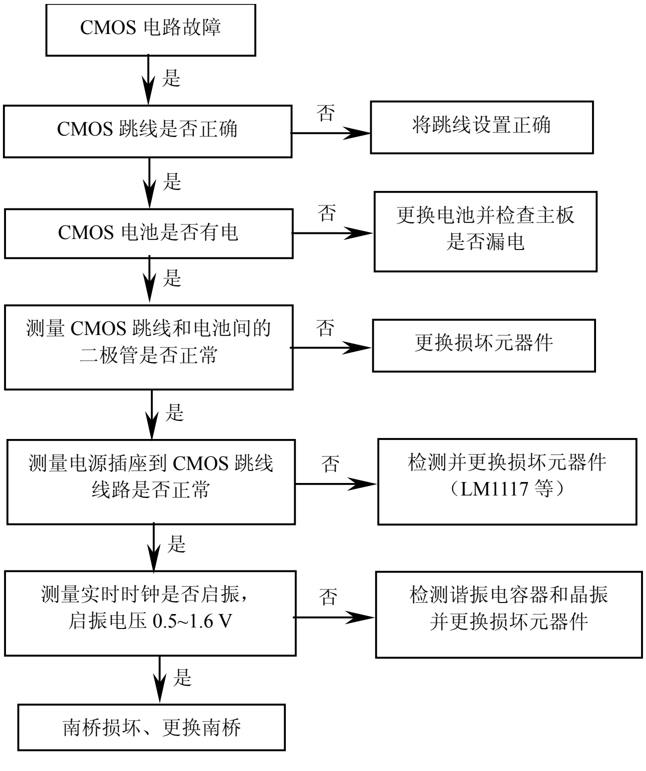


图 8-14 CMOS 电路故障检修流程图

2. BIOS 电路故障检修流程

若主板供电、时钟、复位都正常，但 CPU 还不能工作时，就需要检测 BIOS 电路，由于 CPU 没有工作，因此诊断卡代码仍然为“00”或“FF”。BIOS 工作时一般是程序损坏较多，BIOS 芯片本身很少损坏，程序损坏时需要刷新 BIOS。

BIOS 出现故障时将造成计算机无法自检启动，BIOS 电路的工作除了 BIOS 芯片损坏，BIOS 内部程序损坏之外，还有 CPU、南桥、总线等故障也会造成 BIOS 无法正常工作。当 BIOS 电路故障造成计算机无法正常启动时，可以按照以下的流程来进行检修。BIOS 电路检修流程如图 8-15 所示。

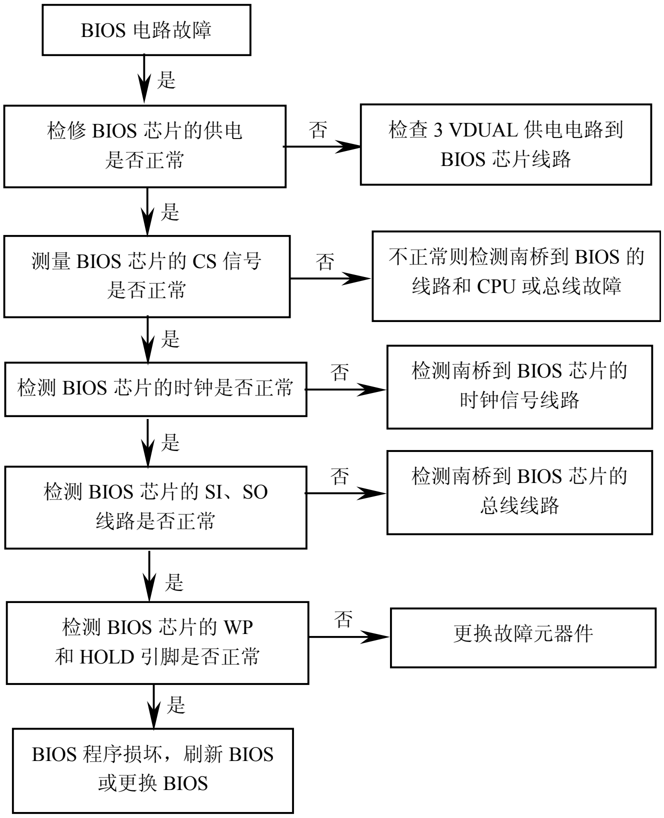


图 8-15　BIOS 电路故障检修流程图

8.4　CMOS 供电电路检修思路

当主板断电时，主板电池开始给 CMOS 电路供电，电流从电池的正极流出，经过供电二极管流向 CMOS 跳线的第 3 针，第 3 针与第 2 针相连，电流经过跳线第 2 针流向 CMOS 随机存储器和实时时钟电路，这是实时时钟电路输出 CLK 信号，CMOS 电路正常工作，保证 CMOS 存储器中的信息不丢失，并随时准备参与计算机开机工作。当电源开始给主板供电时，电流经二极管，由于二极管阴极电压（3.3 V）比阳极电压（3 V）高，电流流向 CMOS 跳线和电池。电流经过跳线第 3 针、第 2 针流向 CMOS 随机存储器和实时时钟电路，CMOS 电路保持正常工作状态。

1.　易坏元器件

CMOS 电路中的易坏元器件主要有双二极管，电池及电池插座，晶振，谐振电容器等。

2. 故障检测点

故障检测点 1：CMOS 跳线

CMOS 跳线设置不正确，将导致 CMOS 电路没有供电而使得 CMOS 电路不能正常工作，进而导致计算机不能开机，所以在维修时要首先检查 CMOS 跳线的设置是否正确，正常情况下应该将跳线帽接在“Normal”上。

故障检测点 2：电池及电池插座

如果 CMOS 设备不能够被保存，这时应当重点检查 CMOS 电池是否有电，检测方法为：用万用表的直流电压挡测量电池的电压是否为 3 V 左右，一般不能低于 2.6 V，并检查电池插座的引脚是否焊接牢固。

故障检测点 3：双二极管

如果双二极管损坏，将导致 CMOS 电路的供电不正常，CMOS 电路将因此不能正常工作，计算机无法开机的故障。检测方法为用万用表的二极管挡或“R×1 k”挡，分别测量两个二极管的两端（两个二极管用共同的阴极），如果正反向电阻值均为 0，表示二极管被击穿损坏，如果正反向电阻值差别不大，说明二极管已经损坏。

故障检测点 4：谐振电容器

谐振电容器漏电或者击穿短路都将导致实时时钟短路不能启振，计算机不能启动。检测方法：将万用表调到欧姆挡的 20 k 挡，然后用万用表的两只表笔，分别与电容器的两端相连（红表笔接触电容器的正极，黑表笔接触电容器的负极），如果显示的数值从“000”开始逐渐增大，最后显示溢出符号“1”，表明电容器正常；如果万用表始终显示“000”则说明电容器被击穿短路；如果始终显示“1”，则表明电容器可能内部极间开路。

故障检测点 5：晶振

晶振损坏后，计算机将不能开机。检测方法为：

（1） 使用替换法来检测晶振是否正常。

（2） 通过使用万用表直流电压挡 20 V 量程，通过测量晶振两脚电压差来判断晶振是否启振，只要电压压差相差不大，那么晶振就是好的，或者使用万用表红表笔接触晶振一个脚，用镊子去触碰另一个脚，看万用表是否有电压跳变，如果有，那么说明晶振启振并且是好的。

8.5 主板 CMOS 与 BIOS 电路实训

以 DRV G41 主板为例来讲解 CMOS 电路的实训。

8.5.1 主板 CMOS 与 BIOS 电路数据测试

1. CMOS 电池测量

在计算机未接电源的时候，由 CMOS 电池来给南桥内的 CMOS 电路供电，保证存储

的 CMOS 参数不丢失。CMOS 电池的测量可以将 CMOS 电池取下后直接用万用表电压挡来测量，也直接在主板上 CMOS 跳线来测量。如图 8-16 所示为 CMOS 电池和跳线的测量，将测量结果填入表 8-2 所示的表格中。

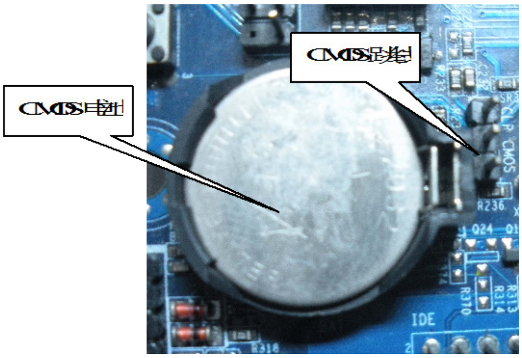


图 8-16　CMOS 电池和跳线的测量

表 8-2　CMOS 电池和跳线与晶振的测量

测量项目	测 量 点	测量结果（V）
CMOS 电池	CMOS 电池、CMOS 跳线	
晶振	X1 1 脚、C226	
	X1 2 脚、C225	

2.　32.768 kHz 实时时钟测量

32.768 kHz 实时时钟是整个主板上唯一的正弦波时钟信号，对它的测量可以直接用示波器测量晶振或者谐振电容器上的波形，也可以通过测量谐振电容器上的电压来测量，如图 8-17 所示为 32.768 kHz 晶振和谐电容器，并将测量结果填入表 8-2 所示的表格中。

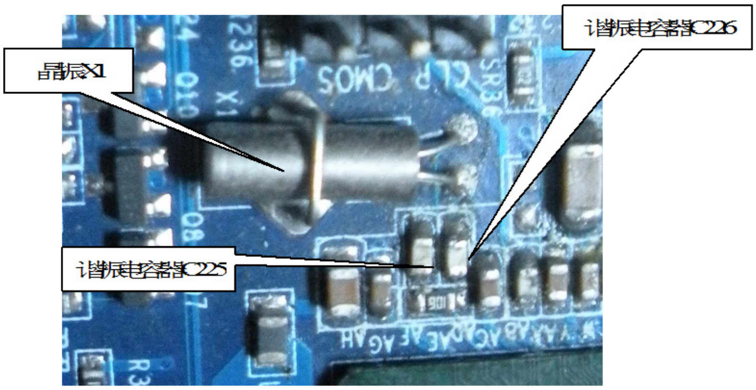


图 8-17　32.768 kHz 晶振和谐振电容器

3.　CMOS 电路测量

对 CMOS 电路测量主要的是测量相关电压是否正常。如图 8-18 所示为 CMOS 电路的关键电压测量点，并将测量结果填入表 8-3 所示的表格中。

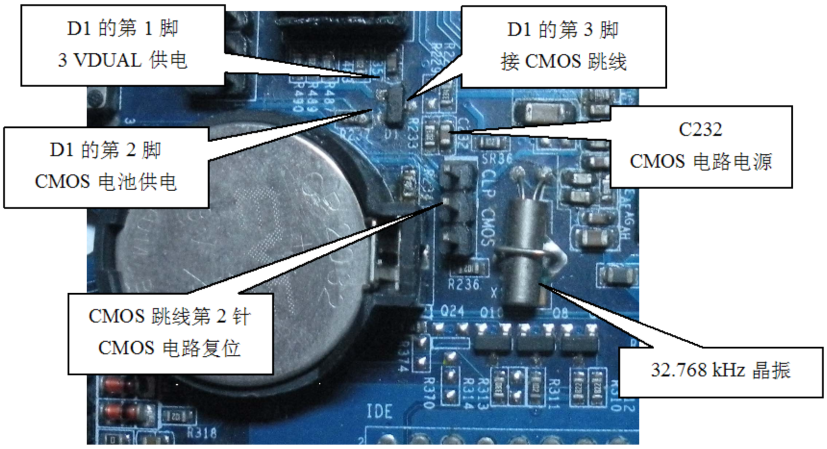


图 8-18　CMOS 电路的关键电压测量点

表 8-3　CMOS 电路的关键电压测量点

测量项目	测 量 点	测量结果（V）
3 VDUAL	D1 1 脚	
CMOS 电池	D1 2 脚、CMOS 电池	
CMOS 电路电源	D1 3 脚、C232	
CMOS 电路复位信号	C233、CMOS 跳线第 2 针	

4.　BIOS 电路测量

G41 主板的 BIOS 采用 SST25 VF080B 作为存储芯片，对 BIOS 电路的测量主要就是对 BIOS 芯片的测量。需要测量的是 BIOS 芯片的各个引脚的电阻值和电压。BIOS 芯片电路电压及电阻值测量如图 8-19 所示，并将测量结果填入表 8-4 所示的表格中。

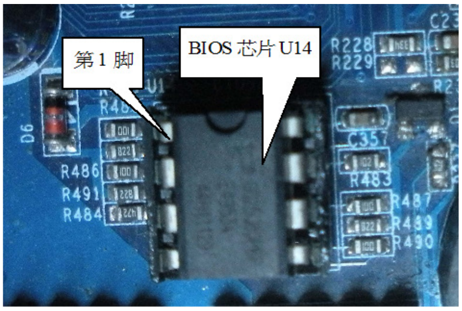


图 8-19　BIOS 芯片电路电压测量点

表 8-4　BIOS 芯片电路电压测量点

引　　脚	电阻值（Ω）		电压（V）
	正　　向	反　　向	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

8.5.2　主板 CMOS 与 BIOS 电路故障模拟

1.　CMOS 电路可能出故障元器件

D1 开路、R234 开路、R237 开路、C232 短路、C233 短路、R224 开路。

2.　BIOS 电路可能出故障元器件

U14 损坏、U14 内部程序坏、R486 开路、R485 开路、R490 开路、R487 开路。

3.　实时时钟电路可能出故障元器件

C225 损坏、C226 损坏、R222 开路、X1 损坏。

8.5.3　主板 CMOS 电路故障维修

1.　CMOS 电路常见故障现象

（1）　计算机启动时，出现“CMOS checksum error-Defaults loaded”提示。
（2）　开机后提示“CMOS Battery State Low”。
（3）　主板能够显示，CMOS 不能保存。
（4）　主板不能开机。
（5）　系统不能保存时间
（6）　新电池漏电并且不能开机。
（7）　按上电池不能开机，取下电池能够开机。

2.　造成 CMOS 电路故障的原因

（1）　电池没电或插座引脚与主板接触不良。
（2）　CMOS 跳线设置错误。
（3）　电池旁边的滤波电容器漏电。
（4）　实时时钟电路中的谐振电容器损坏。
（5）　晶振不良或损坏。
（6）　南桥损坏。

3.　CMOS 电路常见故障解决方法

（1）　计算机启动时，出现“CMOS checksum error-Defaults loaded”提示。

故障分析：出现“CMOS checksum error-Defaults loaded”故障提示，说明主板保存的CMOS 信息出现问题，需要重置。由于电池的电压降低，导致 CMOS 无法保存信息，这样系统就会提示重置 CMOS。这时，如果主板 CMOS 供电电路正常，更换一块 CMOS 电池就可解决问题。

解决方法：如果 CMOS 供电电路正常，更换主板电池。

（2）　计算机启动时出现“CMOS checksum error-Defaults loaded”提示，更换一块电池后使用时间不长，故障再次出现。

故障分析：如果 CMOS 供电电路中的二极管出现断路或二极管与跳线之间的电阻器电阻值增大，主板的电力供应将无法达到南桥芯片的内部，但此时新电池还可以继续维持

CMOS 数据的电力供应。因此，计算机启动和运行暂时还不会受到影响，不过，由于电池电量有限，当过一段时间后，将再次出现“CMOS checksum error-Defaults loaded”故障提示，另外，当供电电路中出现滤波电容器漏电时，电池更换一段时候，故障就会再次出现。

解决方法：首先测试主板供电中的二极管是否断路，滤波电容器是否漏电。如果这两个器件出现故障，更换相同型号的器件即可。如果这个两个器件正常，则可能是二极管正向电阻值增大或 CMOS 电源供电电路中电阻器电阻值增大，更换一个相同型号的二极管或相同电阻值的电阻器即可。

（3） CMOS 参数丢失，开机后提示“CMOS Battery State Low”，有时可以启动，使用一段时间后死机。

故障分析：这种现象大多是 CMOS 供电不足引起的，造成供电不足的原因可能是电池没电或者 CMOS 电路中电容器漏电。

解决方法：更换电池，如果工作仍然存在，检查电路中的电容器是否漏电，如果有漏电则更换相应电容器即可。如果电容器正常，则检查 CMOS 电池插座是否有松动或电路中的二极管损坏。

（4） 每次开机后，系统时间不正确，重新设置后，下次开机，系统时间还是不争气，无法保存设置后的时间。

故障分析：此故障一般是由于实时时钟电路中的晶振损坏造成的。

解决方法：测量实时时钟电路中的晶振是否损坏，如果损坏更换晶振，如果晶振正常，则可能是晶振旁边的谐振电容器损坏，更换谐振电容器。

8.6 本章练习题

一、选择题

1．下面属于 CMOS 电路中的元器件有________。

A. 北桥　　B. 南桥　　C. 电池　　D. 晶振

2．实时时钟电路产生的正弦波时钟信号的频率为________。

A. 3.2 GHz　　B. 33 MHz　　C. 14.318 MHz　　D. 32.768 kHz

二、填空题

1．____________________是互补金属氧化物半导体存储器的缩写，是一种可读写存储器（RAM）。

2．CMOS 跳线的作用是____________________。

3．CMOS 电池的作用是____________________。

4．主板上唯一的正弦波时钟信号是____________________。

5．CMOS 随机存储器的容量一般为____________________。

三、简答题

1．实时时钟电路的作用是什么？

2．晶振的好坏应怎么检测？

第 9 章　主板接口供电电路结构原理及故障检修

由于用户的不当操作或长期插拔，主板接口很容易出现故障，特别是键盘、鼠标接口更是如此。

9.1　主板接口电路故障及分类

主板接口主要包括键盘、鼠标、打印口（并口）、USB 接口、串口、硬盘接口等接口电路。

9.1.1　接口电路故障维修

1. 接口电路故障表现

计算机能点亮显示器，有些还能进入操作系统，只是部分设备不能正常工作，比如不能识别硬件、读取硬件出错，有时出现不能正常工作、性能不稳等现象。

2. 设备不能正常工作的表现

（1） 计算机能找到设备，但不能安装驱动程序。这种情况一般是驱动程序的问题或安装方法不当。

（2） 在这台计算机上不能找到设备，而在其他计算机上可以识别该设备。在这种情况下，一般设备正常，而连接电缆或主板有问题。

代换法是判断识别是否能正常工作的最好方法。

3. 设备不能正常工作的原因

（1） 设备本身出现硬件故障。此时可以更换设备进行确认。

（2） 设备驱动程序等软件故障。此时可以重新下载、安装驱动程序，查看驱动程序安装后是否提示出错。

（3） 连接电缆故障，此时可以更换电缆进行确认。

（4） 主板硬件故障，此时可以更换主板进行确认。

（5） 主板软件故障，重新设定 BIOS、BIOS 电池放电或刷新 BIOS。

4. 接口电路维修方法

接口电路的维修比较简单，掌握正确的测量方法后能很快找到故障。

（1） 采用电压法测量电路接口的电源孔（引脚），若供电电感器、保险电阻器损坏，则外接设备的电源电压很低或没有（正常 5 V），因为供电电感器、保险电阻器损坏后，对地电阻值增大。

（2） 一般可以采用波形法测量数据线或地址总线。

（3） 简单判定故障也常用电阻法，一般是电容量、保护二极管短路对地电阻值变小，

电感器、电阻器开路对地电阻值变大。

（4） 对数据不清楚的引脚，可以利用对比法。

9.1.2 接口电路的分类

① 键盘鼠标接口；
② 串口接口；
③ 并口接口；
④ USB 接口；
⑤ 声卡接口；
⑥ 显卡接口；
⑦ 硬盘接口；
⑧ 电源接口；
⑨ 风扇控制接口。

其中①、④是外部设备接口；②、③是串并口接口；⑤、⑥、⑦、⑧、⑨是内部设备接口。

9.2 键盘和鼠标接口电路及故障检测

目前鼠标和键盘接口大部分还是采用 PS/2 接口，鼠标和键盘的 PS/2 接口物理外观完全相同，主板中通常用两种不同的颜色来将其区别开（鼠标接口为绿色），键盘接口为蓝色），而且键盘、鼠标接口的工作原理是完全相同的，但不能混用。

9.2.1 键盘和鼠标接口电路

1. 键盘和鼠标电路实物图

键盘（Keyboard）和鼠标（Mouse）插口的引脚定义完全一样，一般最容易损坏的是保险电路、二极管短路、排电容短路以及插口短路。键盘、鼠标的接口外形和主板背面接口如图 9-1 和图 9-2 所示。

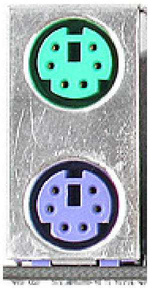


图 9-1 鼠标和键盘接口

图 9-2 主板背面键盘和鼠标接口

2. 键盘和鼠标接口图

键盘和鼠标接口外形图如图 9-3 所示，主板背面键盘和鼠标针脚排列图如图 9-4 所示。表 9-1 所示为键盘和鼠标针脚功能。

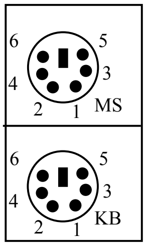


图 9-3　键盘和鼠标接口外形图

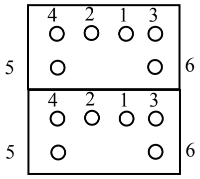


图 9-4　主板背面键盘和鼠标针脚排列图

表 9-1　键盘和鼠标针脚功能

引 脚 号	名　　称	功　　能
1	DATA	数据线，对地电阻值 300 Ω左右，电压 5 V
2	空脚	空脚
3	GND	地线
4	VCC	5 V 电源，对地电阻值 180 Ω左右，电压 5 V
5	CLK	时钟线，对地电阻值 300 Ω左右，电压 5 V
6	空脚	空脚

3. 键盘和鼠标接口电路图

主板中键盘、鼠标接口主要采用 PS/2 通信协议（串行通信协议）进行通信，通信的两端通过时钟针脚（CLOCK）同步，并通过数据脚（DATA）交换数据。主板汇总键盘、鼠标的接口电路主要由 PS/2 接口、电容器、电感器、排电阻、跳线等组成，如图 9-5 所示为 DVR G41 主板 PS/2 接口电路原理图。

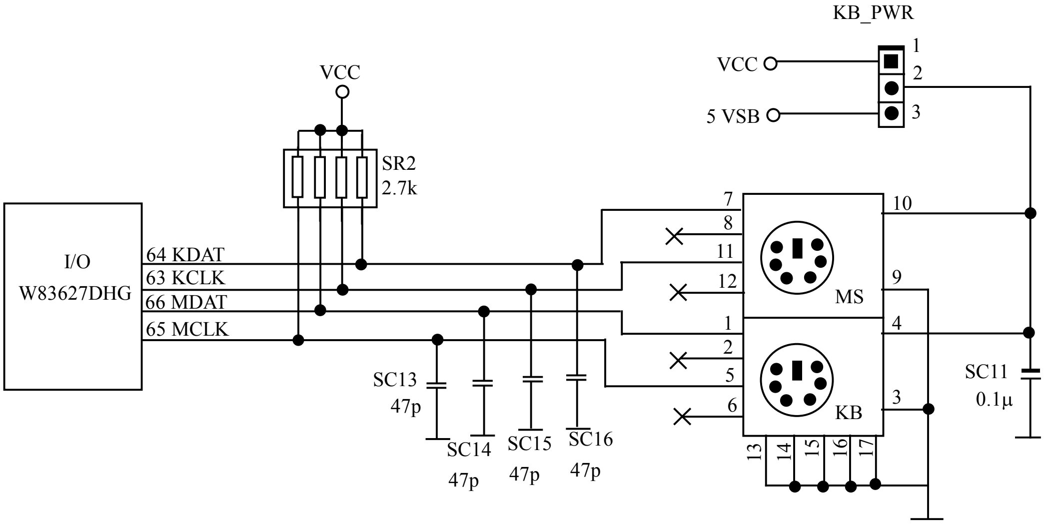


图 9-5　主板 PS/2 接口电路原理图

（1） 电源供电。

键盘和鼠标接口的供电可以通过跳线 KB_PWR 来选择，是由 ATX 电源输出 5 V（红线）还是由 ATX 电源输出的 5 VSB（紫色）来供电，采用 5 V 供电时要计算机开机后键盘、鼠标接口才有电源。采用 5 VSB 供电时，则只要计算机接上电源后，键盘、鼠标接口就有供电，这是为了实现键盘开机功能。

（2） 数据和时钟线上拉供电。

由 ATX 电源插座的 5 V 经过 2.7 kΩ的排电阻 SR2 后来给键盘和鼠标的数据线以及时钟线进行上拉供电。

（3） 时钟信号线。

接口的时钟信号经电容器 SC13、SC15 滤波后，直接连接到 I/O 芯片 W83627DHG 的第 63、65 脚。

（4） 数据信号线。

接口的数据信号经电容器 SC14、SC15 滤波后，直接连接到 I/O 芯片 W83627DHG 的第 64、66 脚。

9.2.2 键盘和鼠标接口电路故障检测

1. 键盘、鼠标接口电路故障检修流程

键盘、鼠标接口电路故障一般是由供电部分的保险电阻器、电容器或上拉电阻器、滤波电容器损坏或数据线上的电阻器（电感器）损坏等造成的故障，当键盘、鼠标接口电路出现故障时，可以按照下列的故障检修流程图进行检修，如图 9-6 所示。

2. 键盘和鼠标接口电路故障检测点

（1） 易损坏元件。

主板键盘、鼠标接口电路中的易损坏元器件主要有：保险电阻器，滤波电容器、上拉电阻器、电阻器等。

（2） 故障检测点。

故障检测点 1：键盘接口和鼠标接口练级的滤波电容器 CN1 和上拉电阻器 RN1。

电容器损坏可能导致无法正常的传输数据或为键盘、鼠标提供时钟信号。而上拉电阻器损坏将导致数据线上的信号变弱，使键盘、鼠标的工作变得不稳定，上拉电阻器的检测方法为用万用表点电阻挡测量其两端的电阻值，根据电阻值来确定电阻器是否损坏，如果测得值与标称值相差较大，则说明该电阻器已损坏。

故障检测点 2：键盘接口和数据接口数据和时钟脚连接的贴片电阻器。

贴片电阻器的损坏将导致数据和时钟信号不能将键盘和鼠标的信号传递到 I/O 芯片，从而导致键盘和鼠标无法使用。

故障检测点 3：键盘接口和鼠标接口的供电部分中的保险电阻器和电容器。

保险电阻器如果烧毁，将无法为键盘和鼠标供电，保险电阻器的检测方法为用万用表电阻挡测量保险电阻器电阻值，根据读数确定电阻器是否损坏，保险电阻器的电阻值一般

为 0 Ω。滤波电容器损坏将导致键盘接口和鼠标接口没有供电或者电压不稳定，将导致键盘、鼠标不能使用或者使用不稳定。

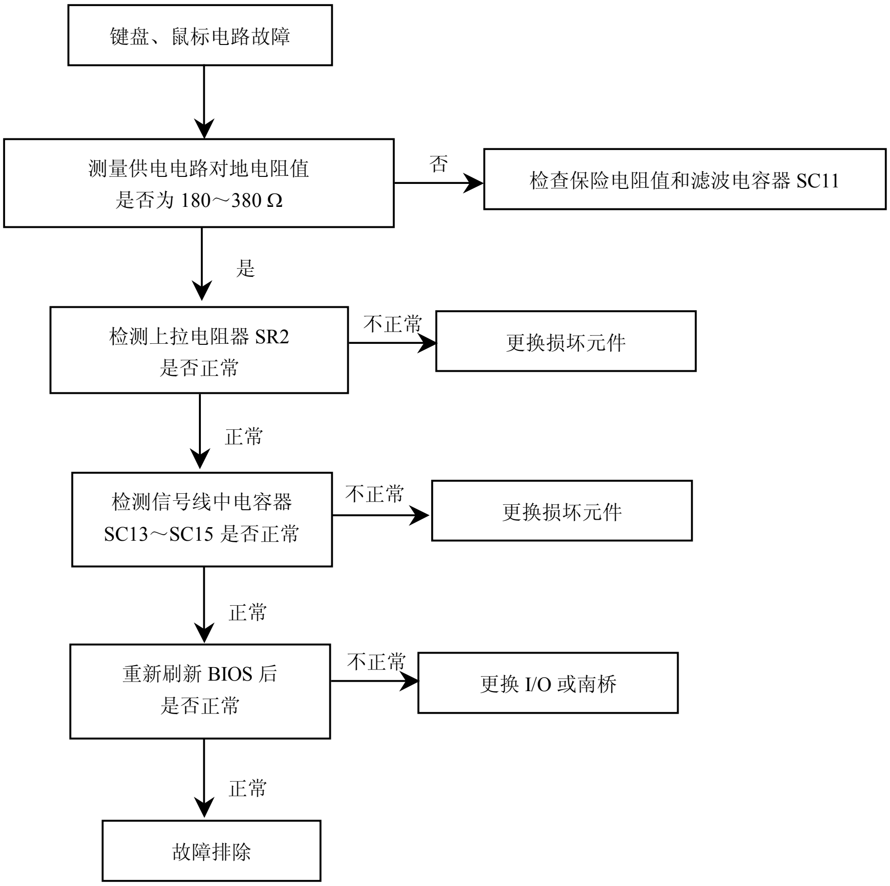


图 9-6　键盘和鼠标故障检修流程图

9.3　串口接口电路原理及维修

9.3.1　串口接口电路工作原理

串口又称为 RS-232 口、COM 口，串口主要连接外置的调制解调器、串口鼠标（已淘汰）、手写板和工控设备等。在主板的外部一般都集成一到两个串口，另外还内置几个串口。在 Windows 系统中最多可提供 8 个串口资源供硬件设置使用，编号为 Com1-Com8，这些串口的 I/O 地址都不同，共占有两个 IRQ 中断通道（其中 Com1、Com3、Com5、Com7 共享 IRQ4 中断通道，Com2、Com3、Com4、Com5 共享 IRQ3 中断通道），平时常用的是 Com1～Com4 这 4 个端口。

标准串口能达到最高 115Kbps 的数据传输速度。

串口接口一般有 9 针和 25 针两种接口，其中 9 针接口用的较多，主板串口接口实物图

如图 9-7 所示，各个针脚的功能如表 9-2 所示。

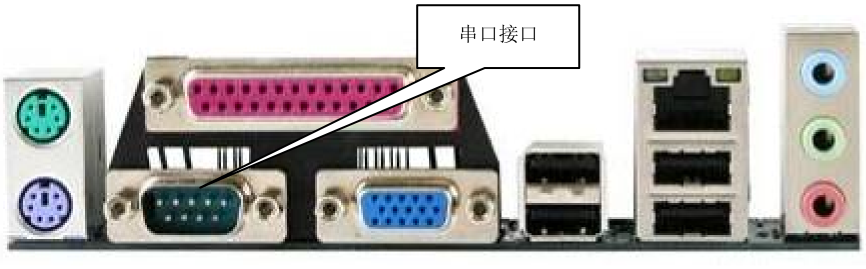


图 9-7　主板串口接口电路实物图

表 9-2　主板串口接口针脚功能

针　脚	名　称	功　能
1	DCD	载波检测
2	RXD	接收数据
3	TXD	发送数据
4	DTR	数据终端准备好
5	SG	信号地线
6	DSR	数据准备好
7	RTS	请求发送
8	CTS	清除发送
9	RI	振铃提示

串口接口电路主要由 9 针插座+、串口管理芯片、I/O 芯片或南桥芯片中的串口数据控制器组成，其中串口管理芯片有 GD75252、GD75185、HT6571 和 HT8687R 这几种芯片。其中前三种为 20 针，每个芯片管理一个串口，HT8687R 为 48 针，一个芯片管理 2 个串口。如图 9-8 所示为 GD75252 芯片电路印制板图。

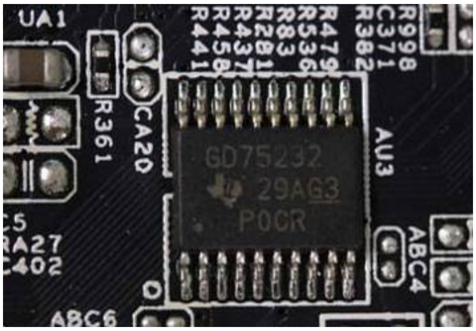


图 9-8　GD75252 芯片电路印制板图

串口接口电路接在串口管理芯片上，其中串口管理芯片由+12 V、−12 V 和+5 V 供电，串口管理芯片的一边接串口接口，另一边接 I/O 芯片或南桥芯片。H61 主板串口接口电路如图 9-9 所示。

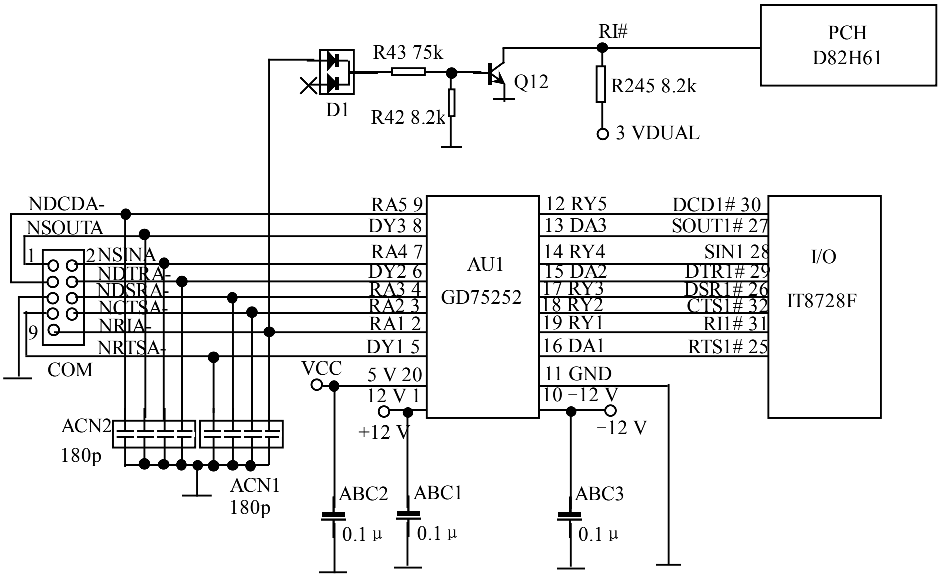


图 9-9　H61 主板串口接口电路

电路原理分析如下：

1．供电电路

串口接口电路的供电就是串口管理芯片的供电，主要有三路：+12 V 由 ATX 电源的 12 V（黄线）提供（中间有的加了二极管或保险电阻器），−12 V 由 ATX 电源的−12 V（蓝线）提供（中间有的加了二极管或保险电阻器），+5 V 由 ATX 电源的 5 V（红线）提供（中间有的有保险电阻器）。

2．数据线连接方法

GD75252 的一端接接口电路，另一端接 I/O 芯片（或南桥）。其中在串口接口和串口管理芯片之间加了滤波电容器，而在串口管理芯片和 I/O 芯片（或南桥）之间一般都是直接连接的。

9.3.2　串口接口电路故障维修

串口故障一般是由于电容器损坏或者上拉电阻器、滤波电容器损坏等造成的故障，当串口电路出现故障时，可以按照下列的故障检修流程图来进行检修，如图 9-10 所示。

1．串口电路易损坏元件

串口电路中的易损坏元件主要有：串口管理芯片、滤波电容器、上拉电阻器、二极管等。

2．串口电路故障检测点

故障检测点 1：串口管理芯片。

串口管理芯片损坏将导致主板的串口无法正常工作。串口管理芯片的检测方法为测量串口插座到串口管理芯片的数据线的对地电阻值，如果串口管理芯片正常，所有的数据线

对地电阻值应该相同，如有不同，则说明串口管理芯片损坏。

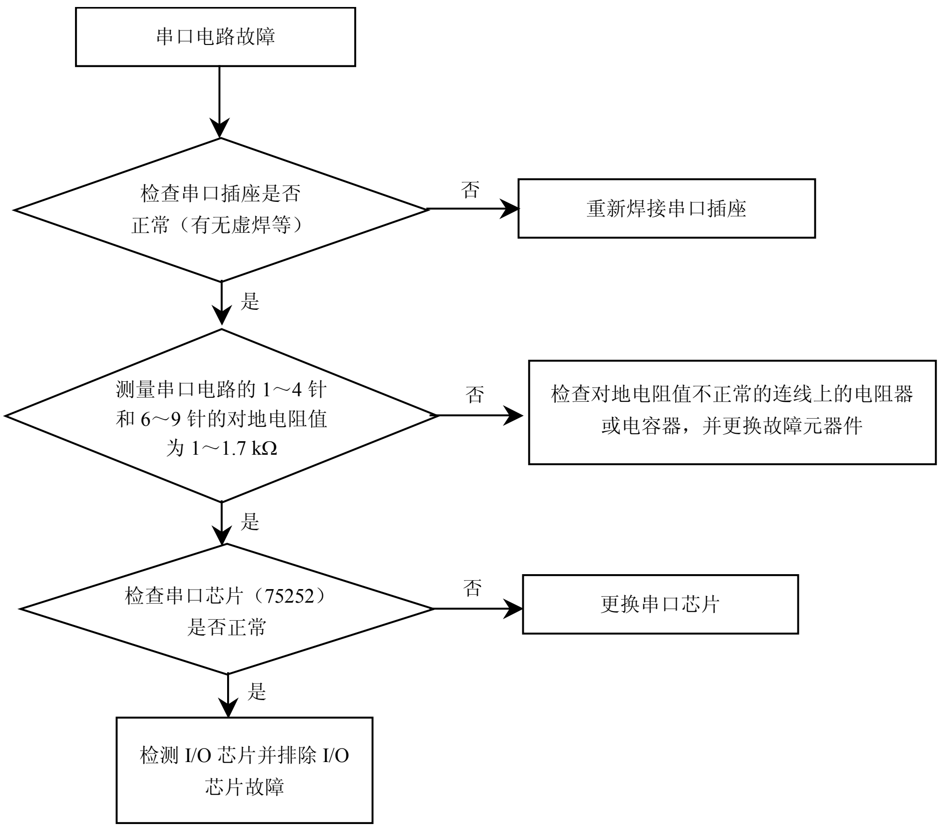


图 9-10　串口接口故障检修流程图

故障检测点 2：并口连接的滤波电容器。

电容器损坏可能导致无法正常传输数据，设备无法工作。

3. 串口电路故障维修。

（1） 串口电路常见故障现象为主板串口不能使用。

（2） 造成串口电路故障的原因如下：

- 串口插座有断针或虚焊。
- 串口管理芯片损坏。
- 串口有虚焊或断针现象。
- 控制串口的I/O芯片损坏。

9.4 并口接口电路原理及维修

9.4.1 并口接口电路工作原理

并口是计算机一个较为重要的外部设备接口，常用来连接打印机、扫描仪等设备，并

口可以实现数据的同时输入输出。使用的并口标准主要有 EPP 和 ECP 两个标准。

并口是一个 25 孔的接口，即有 25 根连线，长边 13 只针孔，短边 12 只针孔。其中 8 根是地线，剩下的 17 根连线中数据线有 8 根，可进行数据的输入输出，状态线占 5 根，用来输入状态信号，控制线有 4 根，用来输出控制信号。并口接口插座及外形图如图 9-11 和图 9-12 所示，表 9-3 所示为并口接口各个引脚功能。

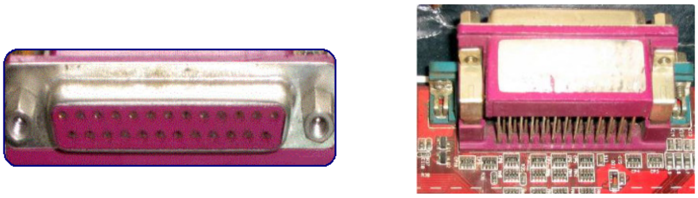


图 9-11　并口接口插座

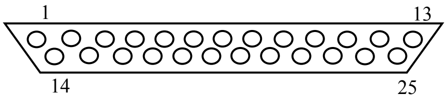


图 9-12　并口接口外形图

表 9-3　并口接口引脚功能

引 脚 号	名　　称	功　　能
1	/STROBE	选通信号：低电平有效，表明线上有数据
2	D0	八位数据线，只有在 SPP 指令下才有输出数据
3	D1	
4	D2	
5	D3	
6	D4	
7	D5	
8	D6	
9	D7	
10	/ACK	确认：以插入低电平的形式出现，表明最后一个字符已接收完成
11	BUSY	繁忙通知：以插入高电平的方式出现，表明打印机处于忙状态不能再接收数据
12	PE	缺纸：没有打印机纸
13	SELECT	选择输入：以插入高电平的方式出现，表明打印机处于在线待命状态
14	/AUTO FEED	自动换行：低电压有效，通知打印机对于每遇到一个回车进行自动换行
15	/ERROR	错误：该信号表明打印机处于错误状态
16	/INIT	初始化：低电平有效，对打印机复位
17	/SELIN	选择输入：低电平有效，表明已经选中打印机
18	GND	信号接地
19	GND	信号接地
20	GND	信号接地
21	GND	信号接地
22	GND	信号接地
23	GND	信号接地
24	GND	信号接地
25	GND	信号接地

并口接口电路主要由并口插座、排电阻、并口管理芯片（有的主板并口电路没有独立的并口管理芯片，在 I/O 或南桥芯片中集成并口管理模块）、I/O 芯片或南桥芯片组成，主板中常用的并口接口电路原理图如图 9-13 所示。

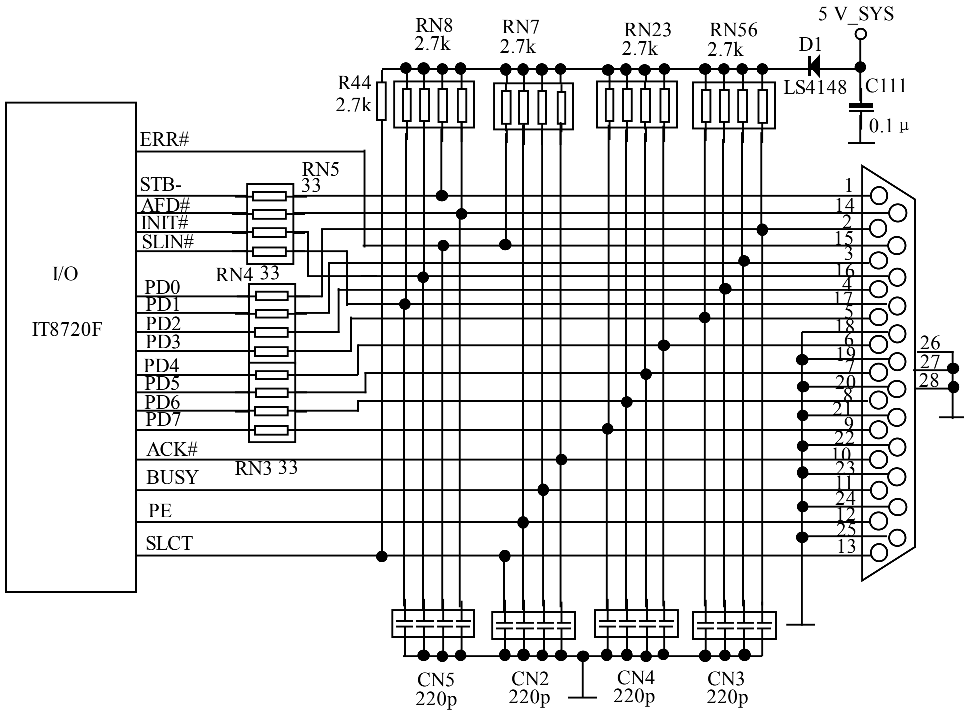


图 9-13　并口接口电路原理图

并口接口电路工作原理如下：

并口接口电路主要是由数据信号线，控制线，状态线和地线构成的，并设有独立的电源供电。除了地线所有的连接线都有 5 V 电压经上拉电阻器后加到信号线上，所有的信号有一个对地的滤波电容器，除了 5 根状态线之外剩下的 12 根数据线和控制线上都接了一个 33 Ω的匹配电阻器。接口信号直接送到 I/O 芯片或南桥。

9.4.2　并口接口电路故障维修

并口电路出现故障一般是由电容器损坏或上拉电阻器、滤波电容器和匹配电阻器损坏所造成的，当并口电路出现故障时，可以按照下列的故障检修流程图进行检修，如图 9-14 所示。

1. 并口接口电路故障检修流程

主板并口电路中的易损坏元器件主要有滤波电容器、上拉电阻器、匹配电阻器、二极管、并口管理芯片等。

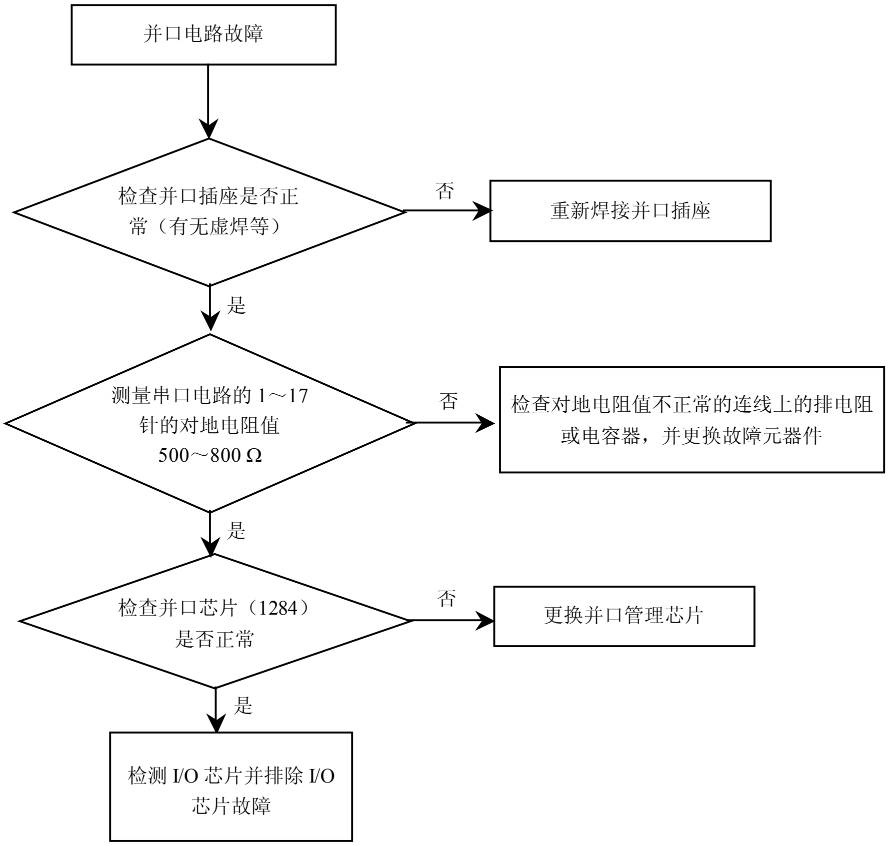


图 9-14　并口接口电路故障检修流程图

2. 并口接口电路故障检测点

故障检测点 1：并口管理芯片。

并口管理芯片损坏将导致主板的串口无法正常工作。并口管理芯片的检测方法为测量并口插座到并口管理芯片中的数据线对地电阻值，如并口管理芯片正常，所有数据线对地电阻值应该相同，如有不同，则说明并口管理芯片损坏。

故障检测点 2：并口连接的滤波电容器、上拉电阻器和匹配电阻器。

电容器损坏可能导致无法正常传输数据、控制信号额状态信号，导致设备不能正常工作。

上拉电阻器损坏将导致数据线上的信号变弱，使外部设备的工作变得不稳定。

上拉电阻器损坏将导致数据线上的信号变弱直至信号完全无法传递，使外部设备的工作变得不稳定直至完全无法工作。

故障检测点 3：并口的电路中连接的二极管。

二极管的损坏将导致无法正常为串口管理芯片和并口的数据线供电，从而导致并口信号传输不正常。检测方法为:首先将万用表调在“R×1 k”或二极管挡，将万用表的两只表笔分别接触二极管的两端，如果正、反向电阻值均为无穷大，则该二极管内部断路损坏;如

果正、反向电阻值均为 0，则该二极管已被击穿短路;另外，如果正、反向电阻值差别不大，则该二极管的质量太差，不宜使用。

9.5　USB 接口电路原理及维修

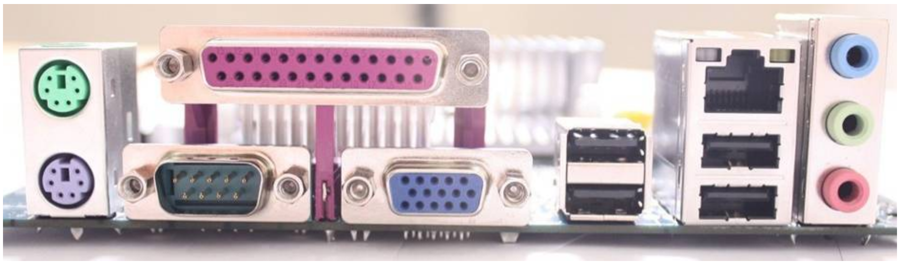
USB 接口是计算机中应用极其广泛的一个主流接口。目前使用的 USB 接口的外设非常之多，主要有打印机、扫描仪、摄像头、数码相机、MP3 播放器、无线网卡、移动硬盘、U 盘、USB 声卡，等等。

9.5.1　USB 接口电路工作原理

USB（Universal Serial Bus）的中文含义是“通用串行总线”。USB 接口的特点是速度快、兼容性好、不占中断、可以串接、支持热插拔等。USB 接口有 USB1.0、USB1.1、USB2.0 和 USB3.0 等四种标准，现在常用的是 USB2.0 标准和 USB3.0 标准，其中 USB2.0 标准的数据传输速度是 480Mbps，并且为半双工工作模式，而 USB3.0 标准的数据传输速度是 5Gbps，其工作模式为全双工。

一、USB2.0 接口电路工作原理

主板上通常集成了 4～8 个 USB 接口，并且在主板上还有 USB 扩展接口。使用一个 4 针插头作为标准插头，如图 9-15 所示。USB 接口中的 4 根线，分别为电源线（VCC）、数据输出线（-DATA）、数据输入线（DATA）和接电线（GND）。



（a）USB2.0 接口

（b）USB2.0 扩展接口

图 9-15　USB2.0 接口及扩展接口

1. USB 插口外形

USB 插口外形如图 9-16 所示，宽边在上时，从左到右依次是 1～4 脚。

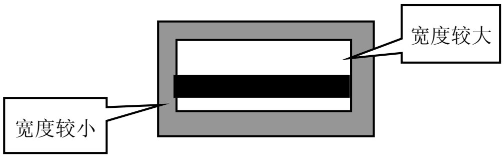


图 9-16　USB 插口外形

2. USB 接口引脚

USB 接口引脚排列如图 9-17 所示。

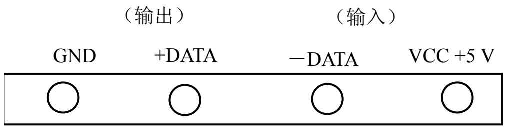


图 9-17　USB 接口引脚排列

3. USB2.0 插口引脚参数

USB2.0 插口引脚参数如表 9-4 所示。

表 9-4　USB2.0 插口引脚参数

脚　位	名　称	作　用
1	GND	地
2	D+	Data+ 数据线
3	D−	Data− 数据线
4	VCC	+5 V 电源

4. USB2.0 接口电路原理图

USB2.0 接口电路原理图如图 9-18 所示。

USB2.0 接口电路主要由 USB 接口插座、电感器、滤波电容器、南桥芯片等组成。其中，VCC 经过保险电感器（或者保险电阻器）为 USB 接口供电，滤波电容器在 USB 接口电路中起到滤波的作用，对供电电源起到滤波的作用。信号线上的 0 欧电阻值起到阻抗匹配的效果，改善信号的传输质量。

（1） 供电。

USB2.0 采用 5 V 供电，这个 5 V 有的来自于 ATX 电源的红线，有的是和其他电路公用 ATX 电源红线，5 V 是经转换后得到的电源。5 V 电源经 F4 保险电感器后由滤波电容器 EC24、C110、C113 滤波后给 USB2.0 接口供电。

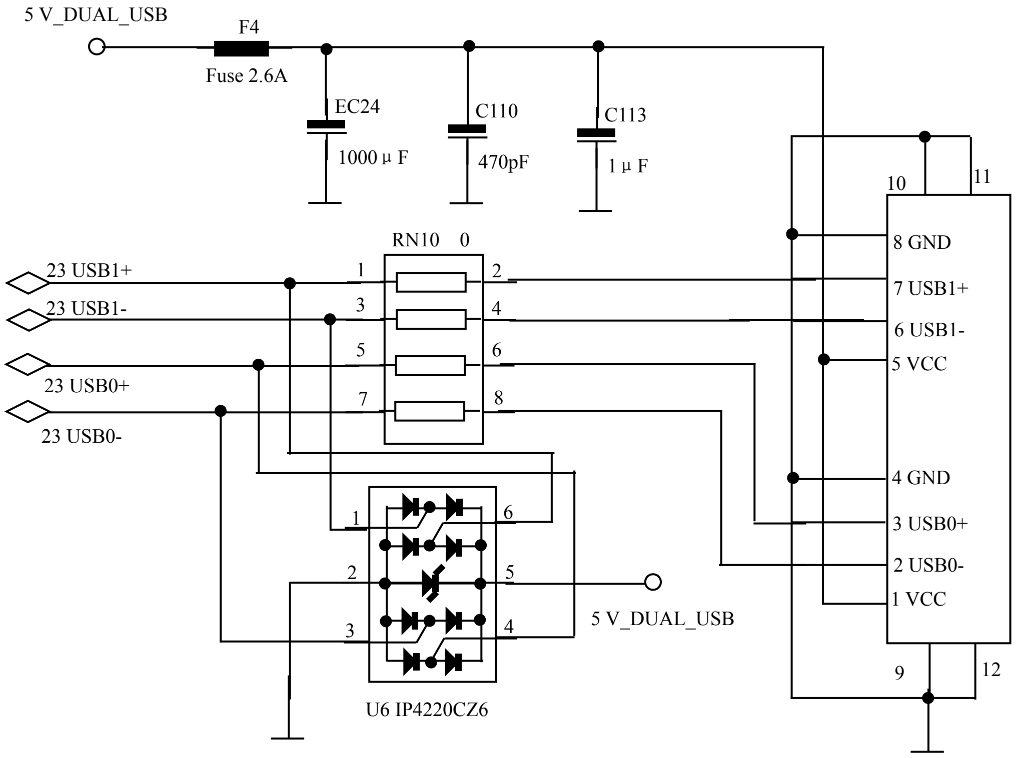


图 9-18 USB2.0 接口电路原理图

（2） 数据信号传输。

USB2.0 接口的+DATA 和−DATA 信号线经过 0 欧的电阻匹配后直接传给南桥芯片，有的主板在信号线上还接了一个电感器和电容器来起到缓冲和滤波的作用，以改善高速信号传输的质量。

（3） ESD 保护电路。

ESD（Electro-Static discharge）保护就是防静电保护，如今的电子系统中越来越多地采用以 CMOS 工艺制造的低功率逻辑芯片。这些芯片如果遭遇足够高的静电放电（ESD）电压，芯片内部的电介质上就会产生电弧，并在氧化物层烧出显微镜可见的孔洞，造成芯片的永久损坏。

通用串行总线（USB）高速数据应用也十分普遍，用户在热插拔任何 USB 外设时可能会导致 ESD 事件。此外，在离导电表面几英寸的地方也可能发生空气放电，可能损坏 USB 接口及芯片。

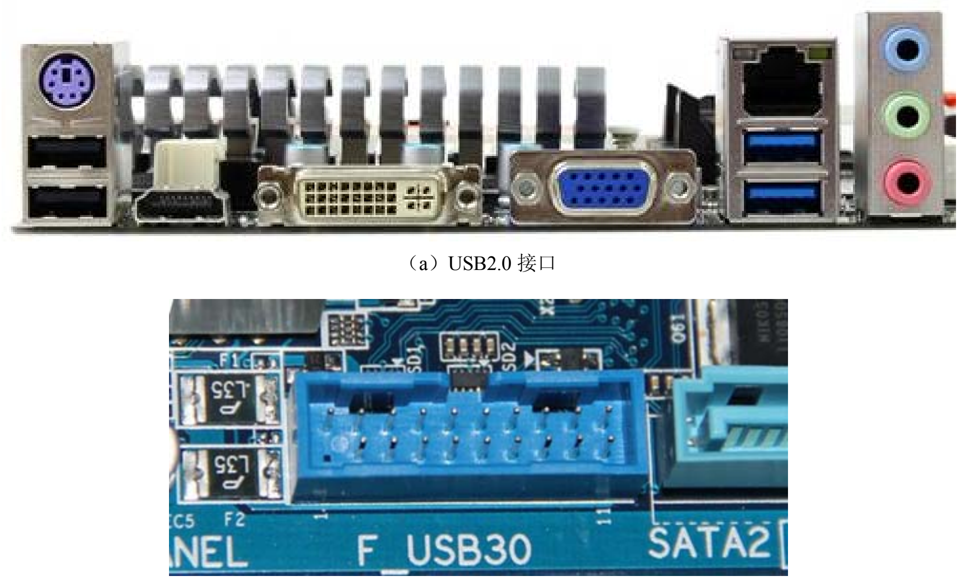
本电路采用 ESD 静电保护二极管 IP4220CZ6 来实现。当信号线上出现正负高压静电的时候，IP4220CZ6 开始工作，将电压钳位，防止高压静电烧毁南桥芯片。没有高压静电的时候，IP4220CZ6 不工作，不会影响任何数据信号的传输。

二、USB3.0 接口电路工作原理

USB3.0 采用的双总线结构，在速率上已经达到 4.8Gbps，所以称为 Super speed。

与 USB 2.0 接口相比，USB 3.0 增加了更多并行模式的物理总线。在原有 4 线结构（电源线，地线，2 条数据线）的基础上，USB 3.0 再增加了 5 条线，用于接收和传输信号。因此不管是线缆内还是接口上，总共有 9 条线路。正是额外增加的 4 条（2 对）线路提供了“SuperSpeed USB”所需带宽的支持，得以实现“超速”。显然在 USB 2.0 上的 2 条（1 对）线路，是不够用的。

USB3.0 接口的颜色为蓝色以与 USB2.0 进行区别。USB3.0 接口和主板插槽如图 9-19 所示。



（a）USB2.0 接口

（b）USB3.0 主板插槽

图 9-19　USB3.0 接口和主板插槽

1.　USB3.0 插口外形

标准 USB3.0 插口外形图如图 9-20 所示。

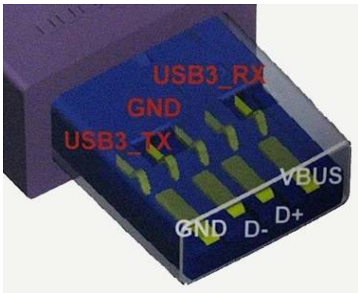


图 9-20　标准 USB 3.0 插口外形图

2. USB3.0 接口引脚

USB3.0 接口引脚排列如图 9-21 所示。

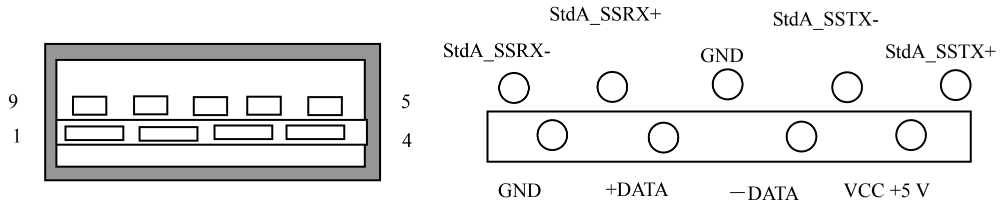


图 9-21　USB3.0 的接口排列

3. USB3.0 插口引脚参数

USB3.0 插口引脚参数如表 9-5 所示。

表 9-5　USB3.0 插口引脚参数

脚　位	名　称	作　用
1	GND	地
2	D+	Data+ 数据线
3	D-	Data− 数据线
4	VBUS	+5 V 电源
5	StdA_SSTX+	差分数据发送对+
6	StdA_SSTX-	差分数据发送对−
7	GND_DRAIN	地
8	StdA_SSRX+	差分数据接收对+
9	StdA_SSRX-	差分数据接收对−

4. USB3.0 接口电路原理

图 9-22～图 9-28 所示为 USB3.0 接口电路，这个 USB3.0 接口电路并不是芯片组支持的原生 USB3.0 电路，而是采用了 ASMedia 的第三方解决方案 ASM1042 芯片来实现对 USB3.0 的支持。ASM1042 芯片产品通过了 USB-IF 的认证，由于产品开发的相对较早，所以产品仅支持 xHCI 0.96 规范。ASM1042 芯片被广泛的采用于华硕、华擎、映泰、杰微、微星和蓝宝等厂商的主板上。

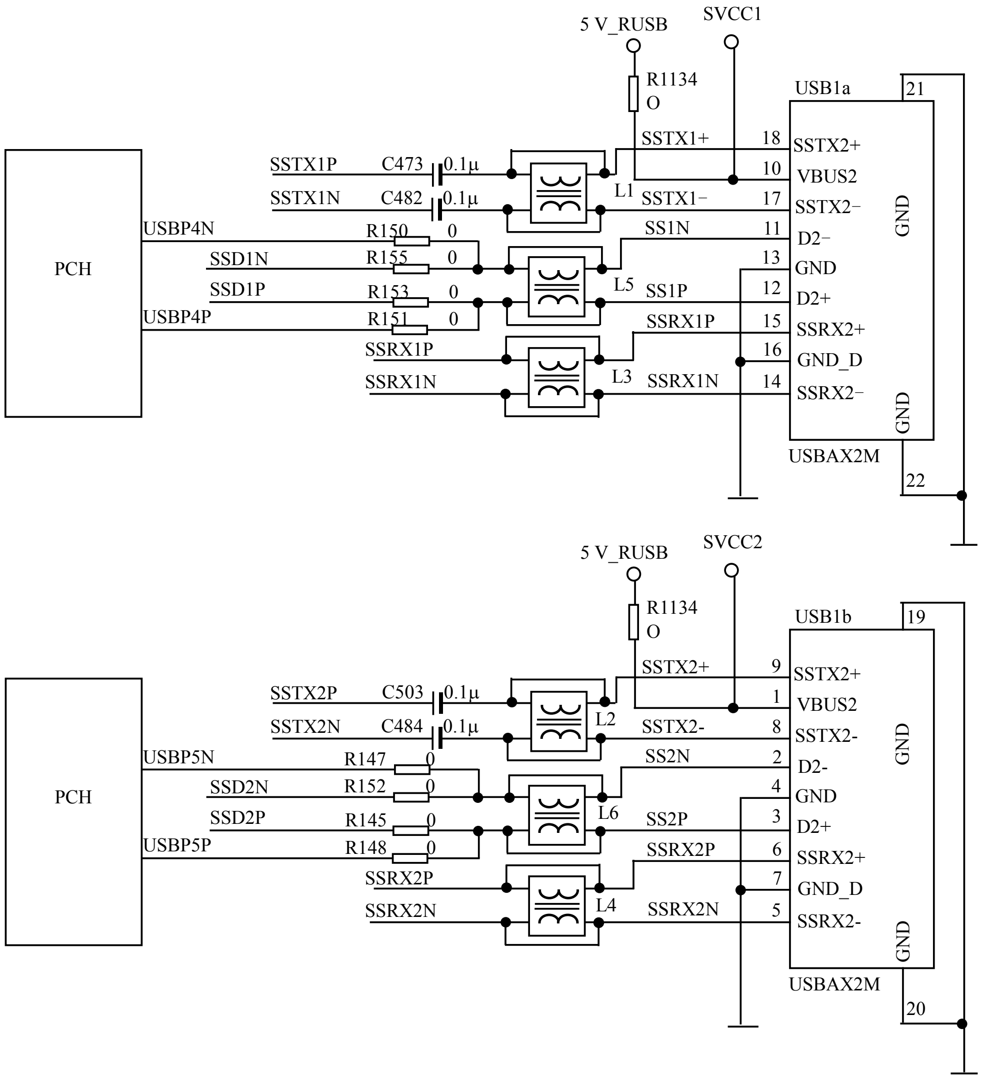


图 9-22　USB3.0 接口电路

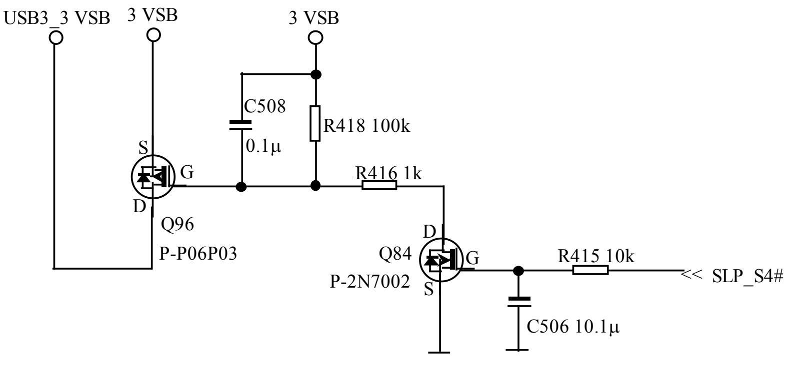


图 9-23　USB3.0 3.3 V 形成电路

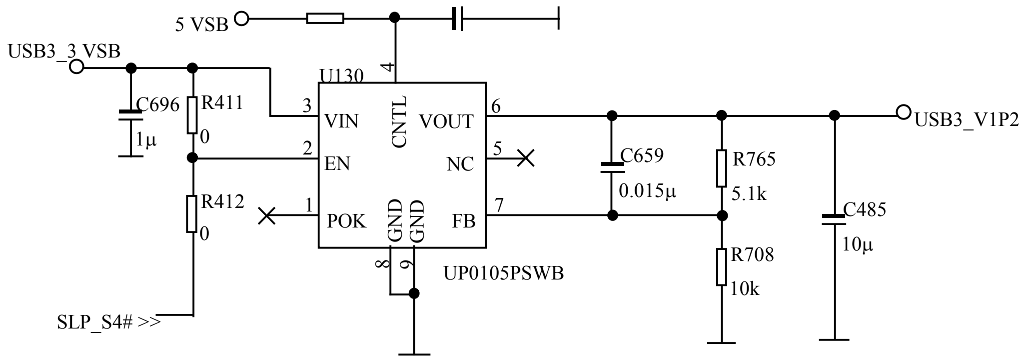


图 9-24　USB3.0 1.2 V 供电电路

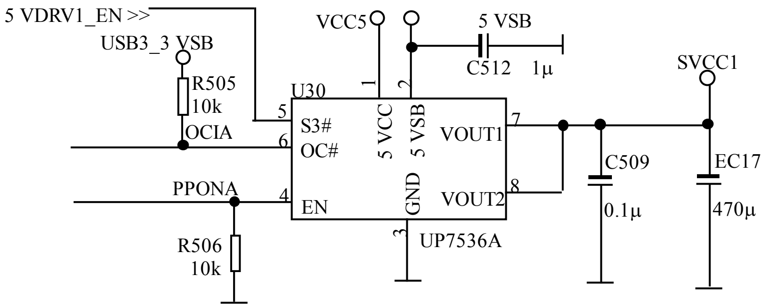


图 9-25　USB3.0 SVCC1 形成电路

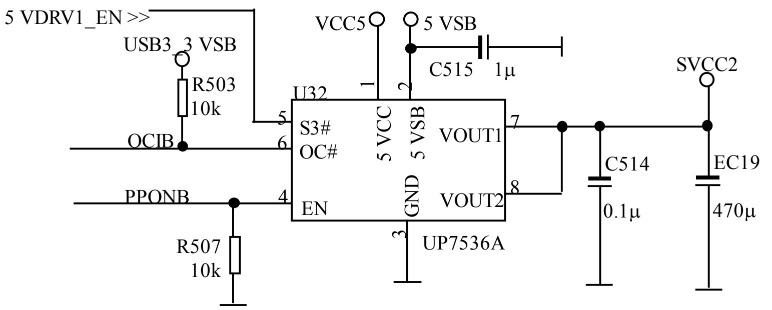


图 9-26　USB3.0 SVCC2 形成电路

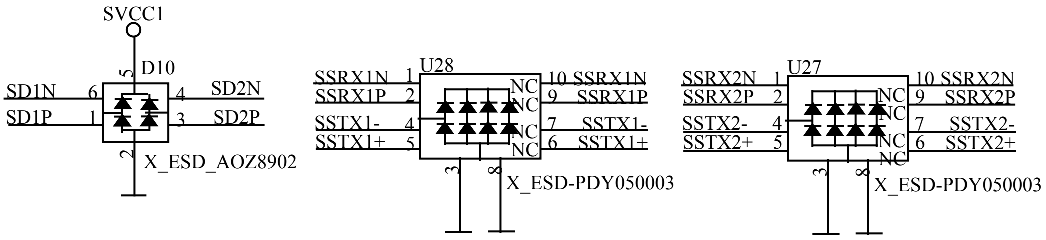


图 9-27　USB3.0 接口保护电路

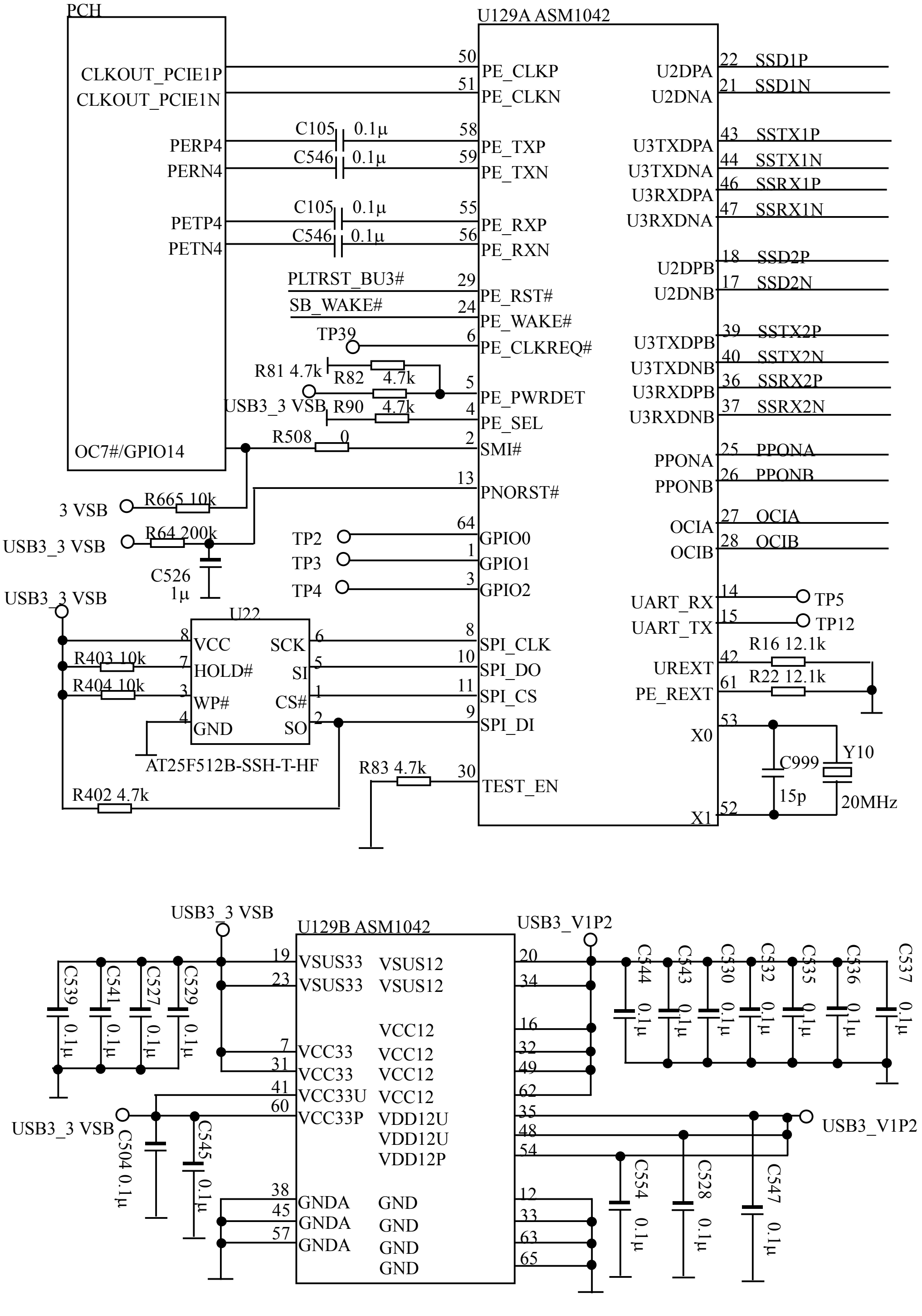


图 9-28　USB3.0 接口电路信号处理电路

9.5.2 USB 接口电路故障维修

USB 接口电路故障主要是无法识别或者不能正确识别 USB 设备。没有禁用或者卸载设备时就直接拔出 USB，经常这样做会造成 USB 接口电路的损坏。

1. USB 接口检修流程图

USB 接口电路故障一般是由电感器滤波或上拉电阻器损坏等造成的，当 USB 接口电路出现故障时，可以按照以下的故障检修流程进行检修，如图 9-29 所示。

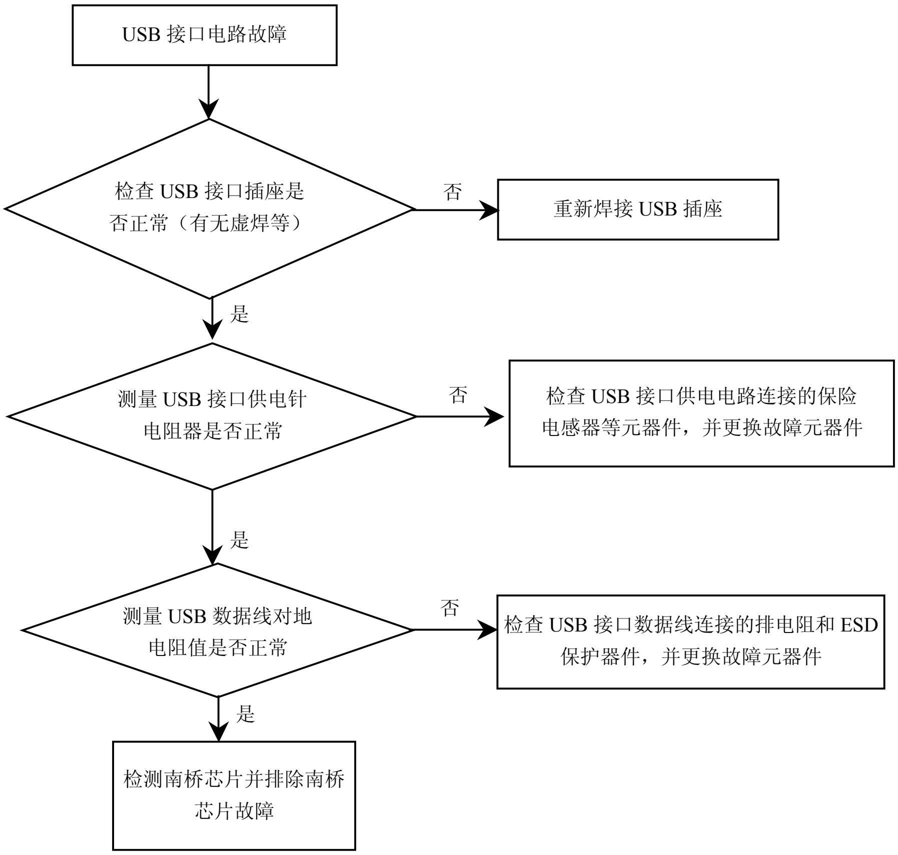


图 9-29 USB 接口故障检修流程图

2. 故障检测点

故障检测点 1：保险电感器。

保险电感器如果烧毁，将无法为 USB 接口电路供电，USB 接口将无法工作。

故障检测点 2：滤波电容器。

电容器损坏将导致 USB 接口无法正常传输数据。导致 USB 设备无法使用。

故障检测点 3：贴片电阻器。

0 欧贴片电阻器的损坏，将切断或变弱 USB 接口与南桥芯片的连接，USB 的数据将无法传输到南桥芯片，导致 USB 设备无法使用。

故障检测点 4：ESD 保护器件。

ESD 保护器件烧毁将导致 USB 的数据传输线对地短路，信号将无法与南桥进行连接，USB 设备将无法使用。检测方法为用万用表测量 USB 数据线对地电阻值。如果电阻值变为 0 欧，则 ESD 保护二极管 IP4220CZ6 烧毁。

9.6　硬盘接口电路原理及维修

硬盘接口是硬盘与主机系统间的连接部件，作用是在硬盘缓存和主机内存之间传输数据。不同的硬盘接口决定着硬盘与计算机之间的连接速度，在整个系统中，硬盘接口的优劣直接影响着程序运行快慢和系统性能好坏。

从整体的角度上，硬盘接口分为 IDE、SATA、SCSI 和光纤通道四种，IDE 接口硬盘多用于家用产品中，现在已经不再使用。SCSI 接口的硬盘则主要应用于服务器市场，而光纤通道只用于高端服务器上，价格昂贵。SATA 主要应用于家用市场，有 SATA、SATAII、SATAIII，SATAIII 是现在的主流。下面分别讲解 IDE 接口和 SATA 接口。

9.6.1　IDE 接口电路工作原理

1.　IDE 接口电路简介

IDE 的英文全称为“Integrated Drive Electronics”，即“电子集成驱动器”，它的本意是指把“硬盘控制器”与“盘体”集成在一起的硬盘驱动器。

主要接硬盘和光驱。采用 16 位数据并行传送方式，体积小，数据传输快。一个 IDE 接口只能接两个外部设备。一般用于 PC 机，最高转速 7200 转，俗称 PATA 并口。图 9-30 所示为主板上的 IDE 接口。

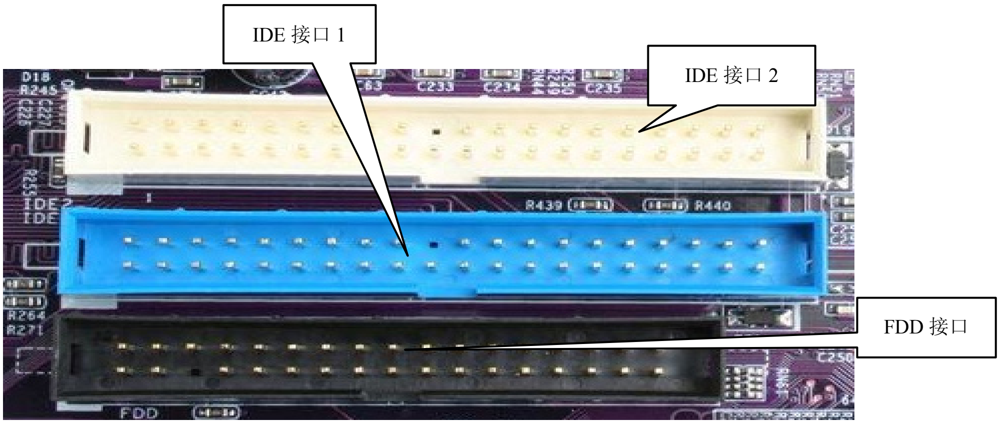


图 9-30　主板上的 IDE 接口

早期的 IDE 接口有两种传输模式，一个是 PIO（Programming I/O）模式，另一个是 DMA（Direct Memory Access）模式。

平常所说的 IDE 接口，也称之为 ATA 接口。ATA 的英文拼写为“Advanced Technology Attachment”，含义是“高级技术附加装置”。ATA 接口最早是在 1986 年由康柏、西部数据等几家公司共同开发的，在九十年代初开始应用于台式机系统。它使用一个 40 芯电缆与主板进行连接，最初的设计只能支持两个硬盘，最大容量也被限制在 504 MB 之内。

ATA 接口从诞生至今，共推出了 7 个不同的版本，分别是：ATA-1（IDE）、ATA-2（EIDEEnhanced IDE/Fast ATA）、ATA-3（FastATA-2）、ATA-4（ATA33）、ATA-5（ATA66）、ATA-6（ATA100）、ATA-7（ATA 133）。

各种 IDE 标准都能很好地向下兼容，例如 ATA 133 兼容 ATA 66/100 和 Ultra DMA33，而 ATA 100 也兼容 Ultra DMA 33/66。

要特别注意的是，对 ATA 66 以及以上的 IDE 接口传输标准而言，必须使用专门的 80 芯 IDE 排线，其与普通的 40 芯 IDE 排线相比，增加了 40 条地线以提高信号的稳定性。IDE 接口功能如表 9-6 所示。

表 9-6　主板上的 IDE 接口功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	RESET#	复位信号
2	GND	接地端
3	DD7	双向数据线 7
4	DD8	双向数据线 8
5	DD6	双向数据线 6
6	DD9	双向数据线 9
7	DD5	双向数据线 5
8	DD10	双向数据线 10
9	DD4	双向数据线 4
10	DD11	双向数据线 11
11	DD3	双向数据线 3
12	DD12	双向数据线 12
13	DD2	双向数据线 2
14	DD13	双向数据线 13
15	DD1	双向数据线 1
16	DD14	双向数据线 14
17	DD0	双向数据线 0
18	DD15	双向数据线 15
19	GND	接地端
20	KEY	KEY
21	DMARQ	DMA 请求信号
22	GND	接地端
23	I/O Write	写选通信号，低电平有效
24	GND	接地端
25	I/O Read	读选通信号，低电平有效
26	GND	接地端
27	IO_CH_RDY	I/O 设备就绪，高电平有效

（续表）

引 脚 号	引脚名称	功　　能
28	ALE	地址锁存允许
29	DMAACK	DMA 应答信号
30	GND	接地端
31	IRQR	中断请求 14
32	IOCS16#	I/O 片选 16，由 I/O 设备发出
33	DA1	地址线 1
34	DMA66_Detect	Passed diagnostics 诊断通过
35	DA0	地址线 0
36	DA2	地址线 2
37	IDE_CS0#	片选，选择同一数据线上的第一个硬盘
38	IDE_CS1#	片选，选择同一数据线上的第二个硬盘
39	ACTIVE#	检测硬盘是否运行，接发光二极管作为硬盘指示灯
40	GND	接地端

IDE 代表着硬盘的一种类型，但在实际的应用中，人们也习惯用 IDE 来称呼最早出现 IDE 类型硬盘 ATA-1，这种类型的接口随着接口技术的发展已经被淘汰了，而其后发展分支出更多类型的硬盘接口，比如 ATA、Ultra ATA、DMA、Ultra DMA 等接口都属于 IDE 硬盘。目前硬件接口已经向 SATA 转移，IDE 接口已经退出舞台，只在一些老旧主板上还支持 IDE 接口。

2. IDE 接口电路工作原理

如图 9-31 所示为 DVR G41 主板的 IDE 接口电路图。

IDE 接口电路将 IDE 设备（硬盘、光驱）和南桥连接起来，将硬盘的数据传输到计算机内部或者将计算机内部的数据传输到硬盘上保存起来。硬盘接口部分主要包括数据线、地址线、复位信号、硬盘指示灯、片选、DMA 控制、中断信号等。

- 数据线：IDE 接口电路采用 16 针的并行数据接口，包括 3～18 针这 16 个针脚作为数据线针脚。直接与南桥相连。
- 地址线：IDE 接口的地址线为 3 根，主机用来选择是操作数据接口还是某个寄存器。针脚为 33、35、36。直接与南桥相连。
- 复位信号：在加电或加电以后，当内部电平稳定保持 25ms 以上，这个来自主机的信号将复位驱动器。复位信号由南桥芯片输出的 PLTRST_N 信号经 Q7、Q8 转换之后输出给 IDE 接口的第 1 脚，低电平有效。
- 中断信号：IDE 接口设备使用中断号 IRQ14、IRQ15。使用的针脚号为 31。直接接到南桥芯片。
- 读写选择信号：读选通信号为 25 针、写选通为 23 针。当相应的信号有效时，才可以对 IDE 接口设备进行读写操作，直接连接到南桥芯片。
- 片选信号：片选信号为 37、38 针，当 37 针上的信号有效时选择操作 IDE 线上的第一个设备（设备号 0），当 38 针上的信号有效时选择操作的是 IDE 线上的第二个设备（设备号 1），直接连接到南桥芯片。

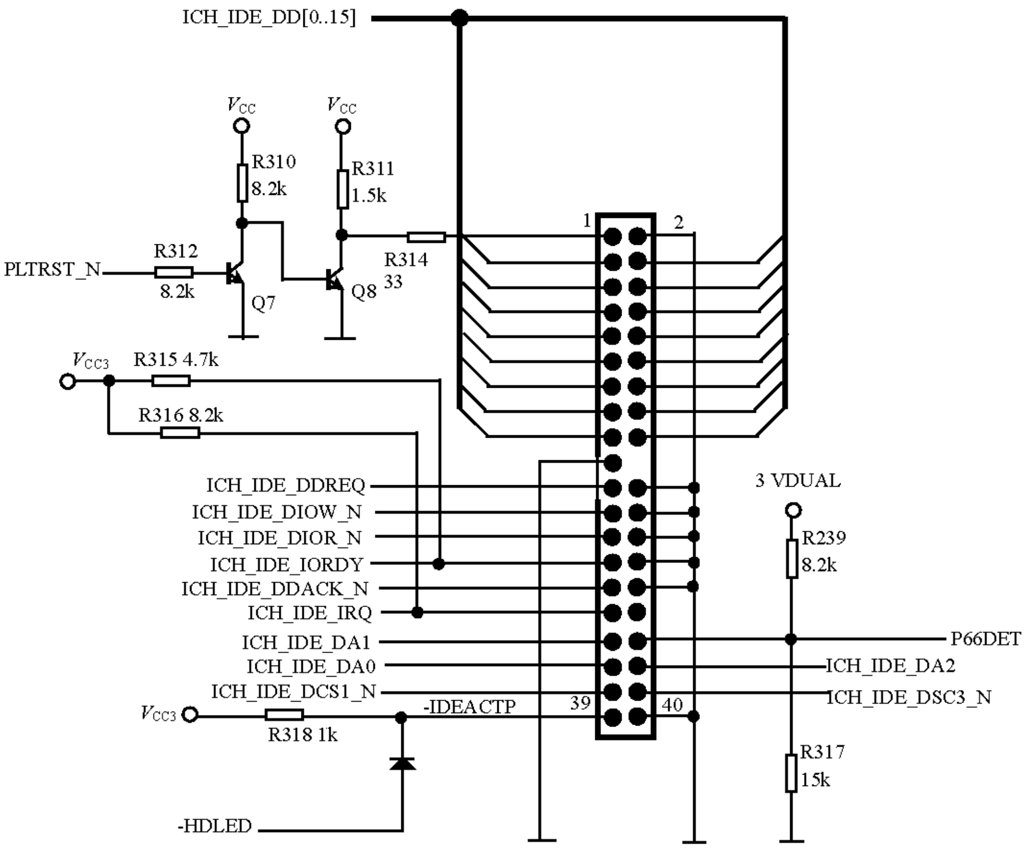


图 9-31 IDE 接口电路图

- 自检通过：第 34 脚标示 IDE 接口设备的自检情况，高电平标示设备自检通过，直接连接到南桥芯片。
- DMA 控制：由第 21 脚与第 29 脚组成，控制 IDE 设备的 DMA 功能。
- 设备准备好信号：表示 IDE 设备已经准备好，第 27 针为设备好信号，高电平有效，直接连接到南桥芯片。
- 硬盘指示灯：第 39 针为硬盘指示灯，当硬盘处于读写数据的时候，拉低第 39 脚电压，经过二极管 D3 后接到机箱的硬盘指示灯上，让指示灯发光，表示硬盘处于使用状态。

9.6.2 SATA 接口电路工作原理

SATA 是 Serial ATA 的简称，也叫串行 ATA 接口。支持热拔插。SATA 接口由 7 个针脚组成。排列图如图 9-32 所示。SATA 接口引脚功能如表 9-7 所示。

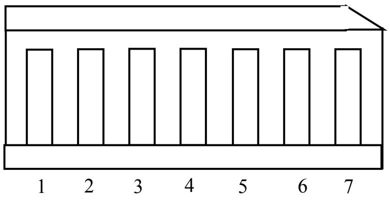


图 9-32 SATA 针脚排列图

表 9-7　SATA 接口引脚功能

引 脚 号	引脚名称	功　　能
1	GND	接地端
2	RSATA-TXP	数据发送正极信号接口
3	RSATA-TXN	数据发送负极信号接口
4	GND	接地端
5	RSATA-RXN	数据接收负极信号接口
6	RSATA-RXP	数据接收正极信号接口
7	GND	接地端

使用 SATA（Serial ATA）口的硬盘又叫串口硬盘，由 Intel、APT、Dell、IBM、希捷、迈拓这几大厂商组成的 Serial ATA 委员会正式确立了 Serial ATA 1.0 规范，2002 年，虽然串行 ATA 的相关设备还未正式上市，但 Serial ATA 委员会已抢先确立了 Serial ATA 2.0 规范。Serial ATA 采用串行连接方式，串行 ATA 总线使用嵌入式时钟信号，具备了更强的纠错能力，与以往相比其最大的区别在于能对传输指令（不仅仅是数据）进行检查，如果发现错误会自动矫正，这在很大程度上提高了数据传输的可靠性。串行接口还具有结构简单、支持热插拔的优点。

串口硬盘是一种完全不同于并行 ATA 的新型硬盘接口类型，由于采用串行方式传输数据而知名。相对于并行 ATA 来说，就具有非常多的优势。首先，Serial ATA 以连续串行的方式传送数据，一次只会传送 1 位数据。这样能减少 SATA 接口的针脚数目，使连接电缆数目变少，效率也会更高。实际上，Serial ATA 仅用四支针脚就能完成所有的工作，分别用于连接电缆、连接地线、发送数据和接收数据，同时这样的架构还能降低系统能耗和减小系统复杂性。其次，Serial ATA 的起点更高、发展潜力更大，Serial ATA 1.0 定义的数据传输率可达 150 Mb/s，这比目前最新的并行 ATA（即 ATA/133）所能达到 133 Mb/s 的最高数据传输率还高，而在 Serial ATA 2.0 的数据传输率将达到 300 Mb/s，在 Serial ATA 3.0 的数据传输率为 600 Mb/s。

1. SATAII 接口电路

SATA II 是在 SATA 的基础上发展起来的，其主要特征是外部传输率从 SATA 的 1.5Gbps（150 Mb/sec）进一步提高到了 3Gbps（300 Mb/sec），此外还包括 NCQ（Native Command Queuing，原生命令队列）、端口多路器（Port Multiplier）、交错启动（Staggered Spin-up）等一系列的技术特征。单纯的外部传输率达到 3Gbps 并不是真正的 SATA II。

SATA II 的关键技术就是 3Gbps 的外部传输率和 NCQ 技术。NCQ 技术可以对硬盘的指令执行顺序进行优化，避免像传统硬盘那样机械地按照接收指令的先后顺序移动磁头读写硬盘的不同位置，与此相反，它会在接收命令后对其进行排序，排序后的磁头将以高效率的顺序进行寻址，从而避免磁头反复移动带来的损耗，延长硬盘寿命。另外并非所有的 SATA 硬盘都可以使用 NCQ 技术，除了硬盘本身要支持 NCQ 之外，也要求主板芯片组的 SATA 控制器支持 NCQ。此外，NCQ 技术不支持 FAT 文件系统，只支持 NTFS 的文件系统。

图 9-33 所示为 DVR G41 主板的 SATA2.0 接口电路图。接口电路直接连接到南桥芯片

上，完成 SATA 设备与计算机内部的数据交换。接口电路主要由数据线、偏置电阻器和硬盘指示灯、时钟电路等组成。

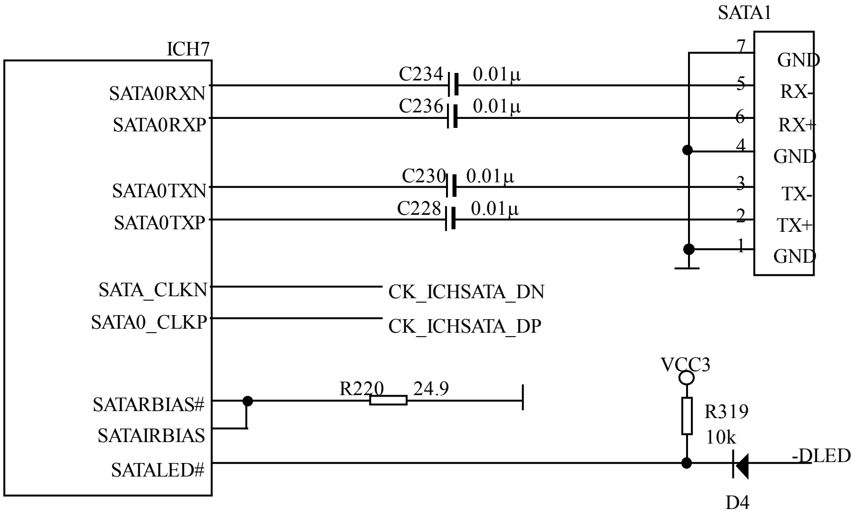


图 9-33 DVR G41 主板 SATA2.0 接口电路图

- 数据线：实际上 SATA 接口本身之包含了 4 根（2 对）的收、发差分数据信号线各一对。分别为 RXN、RXP（一对差分信号线，用于数据传出）和 TXN、TXP（一对差分信号线，用于数据接收）。SATA 接口和南桥直接通过耦合电容器 C228、C230、C234、C236 相连。
- 偏置电阻器：在南桥的 SATA 接口部分电路中包含了 SATARBIAS 和 STARBIAS# 这两个信号，通过一个电阻器 R220 与地相连，为 SATA 接口提供偏置电压。
- 硬盘指示灯：SATA 接口的硬盘指示灯与 IDE 接口的硬盘指示灯在接口插座上不一样，它位于南桥芯片上，当信号为低电平时，标示当前正在对硬盘进行读写操作。通过二极管 D4 后接机箱上的硬盘指示灯。与 IDE 接口的硬盘指示灯电路属于线与关系。只要 SATA 和 IDE 接口之中任何一个对硬盘进行读写，硬盘指示灯都将被点亮。
- 时钟电路：由时钟管理芯片向南桥芯片输出的 SATA 时钟信号为 SATA 部分电路提供时钟信号。

2. SATAIII 接口电路

串行 ATA 国际组织（SATA—IO）2009 年正式发布了新版规范“SATA Revision 3.0”，主要就是传输速率翻番达到 6Gbps，同时向下兼容旧版规范“SATA Revision 2.6”（也就是现在俗称的 SATA 3Gbps），接口、数据线都没有变动。

SATA Revision 3.0 规范主要新特性：

- 可在存储单元、磁盘驱动器、光学和磁带驱动器、主机总线适配器（HBA）之间提供 6 Gbps 速率的链路速率，并保证新的网络性能水平。当然，6 Gbps（750 Mb/s）只是理论值，事实上 SATA 接口发送信息的速率为 600 Mb/s，而受制于系统各部

件的影响，实际速率会更低一些，而且不同环境差异会很大。

- 新的原生指令排序（NCQ）串行指令，面向需要大量带宽的音频、视频应用，可保证数据传输的同步。
- NCQ 管理功能，通过对未执行的 NCQ 指令进行主机处理和管理来优化性能。
- 改进电源管理功能。
- 适合紧凑型 1.8 寸存储设备的小型低插力（LIF）接头。
- 旨在让更轻、更薄笔记本容纳 7 毫米光驱的接头。
- 符合 INCITS ATA8—ACS 标准。
- 完全向下兼容，新规范产品与旧规范产品相连时速度会自动降至 3 Gbps 或 1.5 Gbps。

SATA—IO 组织还表示，第三版规范仅用于内部 SATA 接口，而已在研发之中的更新版本“SATA Revision 3.1”会重点把 eSATA 外置接口的速率也提高到 6Gbps，并解决外置接口耐用性（插拔次数）、更长数据线下的稳定性和扩展性等问题。

如图 9-34 所示为 INTEL H61 主板的 SATA3.0 接口电路。SATA3.0 接口电路与 SATA2.0 接口电路原理一样，接口电路直接连接到南桥芯片（PCH）上，完成 SATA 设备与计算机内部的数据交换功能。接口电路主要是由数据线，偏置电阻器、硬盘指示灯、时钟电路等组成的。

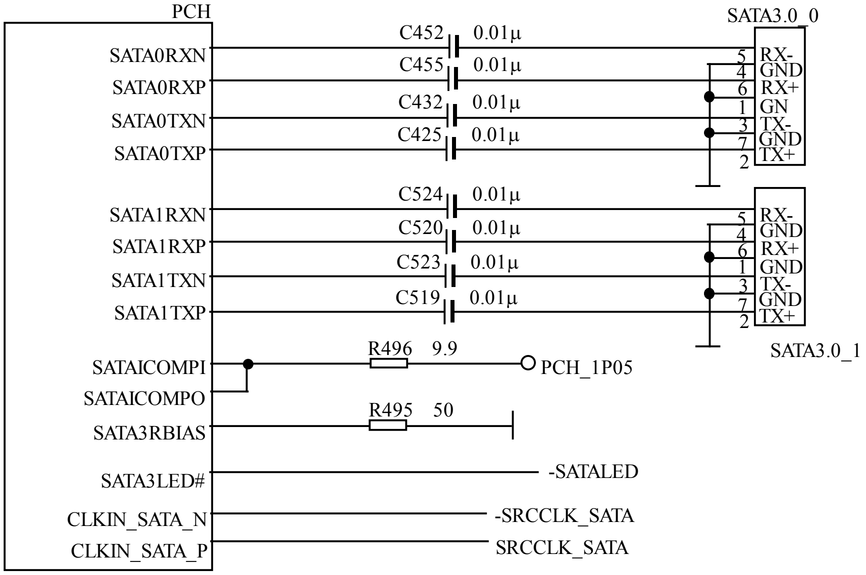


图 9-34　INTEL H61 主板 SATA3.0 接口电路

- 数据线：实际上 SATA 接口本身之包含了 4 根（2 对）的收、发差分数据信号线各一对。分别为 RXN、RXP（一对差分信号线，用于数据传出）和 TXN、TXP（一对差分信号线，用于数据接收）。SATA 接口和南桥直接通过耦合电容器 C452、C455、C432、C425 相连。
- 偏置电阻器：在南桥的 SATA 接口部分电路中包含了 SATARBIAS 和 STARBIAS# 这两个信号，通过一个电阻器 R495 与地相连，为 SATA 接口提供偏置电压。

- 硬盘指示灯：SATA 接口的硬盘指示灯与 IDE 接口的硬盘指示灯在接口插座上不一样，它位于南桥芯片上，当信号为低电平时，标示当前正在对硬盘进行读写操作。南桥芯片输出的硬盘指示灯信号直接连接到计算机机箱上的硬盘指示灯上。
- 时钟电路：由系统时钟发生器（PCH 的时钟发生电路）向南桥芯片（PCH）输出的 SATA 时钟信号为 SATA 部分电路提供时钟信号。

9.6.3 硬盘接口电路故障维修

1. IDE 接口维修

① IDE 接口故障现象。

IDE 接口故障现象包括不认硬盘、读硬盘死机、IDE 出错等。

② IDE 接口检修流程。

- 首先检测硬盘的故障是 IDE 接口的故障还是 IDE 连接线的故障，若是硬盘有故障，对硬盘进行维修，IDE 连接线的问题则更换连接线。
- 检查 IDE 接口第 1 脚的复位信号是否正常，若不正常，检查第 1 脚外接的三极管 Q7、Q8 和到南桥芯片的线路是否正常，如果有元器件损坏则更换损坏元器件。
- 测量 IDE 接口各引脚对地电阻值，当电阻值不正常时，检查 IDE 接口到南桥芯片之间的线路，如果元器件有损坏则更换。

2. SATA 接口电路故障维修

① SATA 接口故障现象。

SATA 接口故障现象主要包括不认硬盘及硬盘读写出错等。

② SATA 接口故障检修流程。

- 首先检测是硬盘的故障还是 SATA 连接线故障或者是 SATA 接口的故障。当是硬盘的故障时，则更换硬盘或对硬盘进行维修，是连接线的问题则更换连接线。
- 检测 SATA 接口与南桥芯片之间的连接线路是否有故障，若有故障则更换损坏的元器件（如电容器）。
- 检测南桥的 SATA 时钟信号是否正常，若不正常，则检测系统时钟到南桥 SATA 接口电路的连接线是否有故障，更换损坏的元器件。
- 检测南桥的 SATA 偏置电阻器是否有故障，若有损坏，则更换损坏元器件。
- 以上都正常时，则是南桥芯片有故障，更换南桥芯片。

9.7 风扇控制接口电路工作原理

计算机散热系统分为被动式散热和主动式散热，被动式散热器不会发出噪声，静音效果自然比所有的主动式散热器出众，但是它在散热效果上会与后者有很大的差距。主动式散热就是利用风扇进行散热。

它的功耗高，发热量大，所需的散热器也要搭配有高转速风扇，但高转速风扇必然带来很大的噪声。智能温控风扇技术的推出就是来解决这个问题，它以实时准确的温控调速，缓解了 LGA775 散热器所带来的高噪声。这项技术现在已经应用于大多数支持 LGA775

CPU 的主板上

从 LGA775 主板开始，风扇的主要接口改用全新的 4 脚接口散热器，如图 9-35 和图 9-36 所示。新的 4 脚接口将提供 PWM（风扇转速模组），如图 9-37 和表 9-8 所示为 4 脚风扇接口的针脚排列方式及功能。新一代 PWM 模组采用以电源的频率范围来调整其功率，而没有采用较为常见的减少电压方式，令风扇不会因为经常改变电压而损坏。当然，并不是说 3 脚接口的风扇不能用于 4 脚接口，只要插前三个针脚就可以了。下面就来简单介绍一下 PWM 风扇技术。

图 9-35　风扇插口

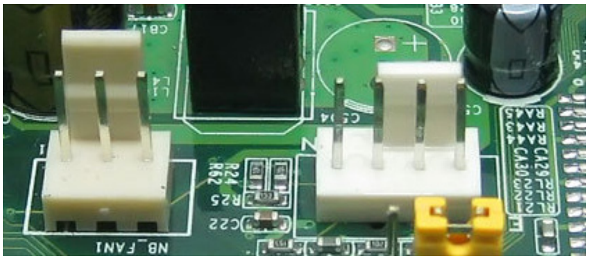


图 9-36　主板风扇插座

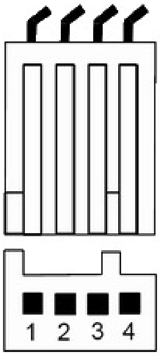


图 9-37　风扇针脚排列方式

表 9-8　风扇针脚功能

引 脚 号	名　称	功　能
1	GND	接地端
2	POWER	+12 V 电源
3	SENSE	风扇转速监测
4	CONTROL	风扇转速控制端

1. PWM 技术简介

PWM 的技术背景随着 CPU 技术的发展，更多的晶体管和更高的主频，以及纳米级的工艺，都造成了 CPU 功率的飙升。尤其是第一个走进 90 纳米的 Intel。更高的功率，就需要更好的散热设备。INTEL 为了对付 prescott 核心，开始从多方面加强散热，比如 38 度机

箱，比如 BTX，比如 9 cm 风扇的主流应用，其中 PWM 技术，是最重要的技术之一。

INTEL 对散热器的评定标准非常严格，其最恶劣的环境条件在普通应用中很难出现。如果采用定转速风扇，在用户普通应用中，风扇的噪声根本让人无法忍受。传统的温控风扇是利用风扇轴承附近的测温探头侦测风扇的进风口温度，从而对风扇的转速进行调节。这种温控虽然解决了一定的问题，但是存在着精度粗糙，而且温控的转速只能做到高速低速两极变速。

PWM 是脉宽调制电路的简称，它本身并不是一个新技术，在工业控制，单片机上早已经广泛的应用。而 INTEL 将它和主板的 CPU 温度监测相结合，将其应用于散热器风扇的转速精确控制上，取得了良好的效果。

2. PWM 智能温控风扇的功能特点

（1） PWM 风扇调节风扇转速是直接从 CPU 获取温度信息，在风扇上无任何测温装置。根据不同的 CPU 温度，温控风扇会有不同的转速调节与之对应，并且风扇的转速变化可以做到四级五级，甚至更多，基本上是无极变速的感觉。由于是脉宽信号的实时调节，风扇转速的变化非常灵敏，转速和 CPU 温度的变化几乎是同步的。

（2） PWM 风扇在计算机待机的时候，可以保持在一个非常低的转速上。例如原包的 INTEL 风扇，在待机时候，CPU 温度在四五十度以下，其转速仅为一千多转，大大降低了运转的噪声。而设计的最高转速，四千多转，只有在 CPU 温度接近极限温度，即 65～67℃时候，才会出现。相比传统的温控风扇有着更大的转速控制范围，更好地解决了噪声和性能的问题。

（3） PWM 温控风扇在开机的瞬间，转速会提升到最高，持续数秒后，降低到待机的低转速水平。这个特点也是 PWM 智能温控风扇的最明显特征，可以用来判断风扇和主板是不是真的具有 PWM 功能，或者其功能是否有故障，甚至可以用来作为真假盒包散热器的参考判断标准。

3. PWM 智能温控风扇的简单原理

在具有 PWM 功能的主板上，除了原先的测温电路之外，多了一个 PWM 的控制芯片，它的作用是根据测温电路测得的 CPU 温度，发出不同占空比的 PWM 脉冲信号。这个脉冲是一种方波，在一个周期内，此方波信号的高电平时段占整个周期的比例，我们称之为占空比。整个周期都是高电平信号，则占空比为 100%，反之占空比为零。最简单的 PWM 温控电路，在风扇的电路板上多了个控制电路，我们把它简单的理解为一个三极管，其中一极和 PWM 的方波脉冲连接，这个极上如果出现高电平，则三极管另外两极处于导通状态，如果是低电平，则另外两极处于断开状态。如果发出的方波脉冲信号的占空比为 50%，即高电平信号占一个周期的一半时间，那么此三极管在一个周期内就有一半时间处于导通状态。

通过此三极管在一个周期内的导通时间长短，我们很容易实现对风扇转速的控制。如果 PWM 的方波脉冲信号的占空比可以做到多种级别，那么风扇的转速也可以做到多种级别。

以上就是最简单的 PWM 智能温控风扇的原理，其中很多地方都简化了，在实际中，不是一个三极管这么简单，还有一个另外的电路和芯片负责此功能，但是其原理都是类

似的。

4. INTEL H61 主板 CPU FAN 控制电路

如图 9-38 所示为 INTEL H61 主板 CPU 风扇接口电路原理图。

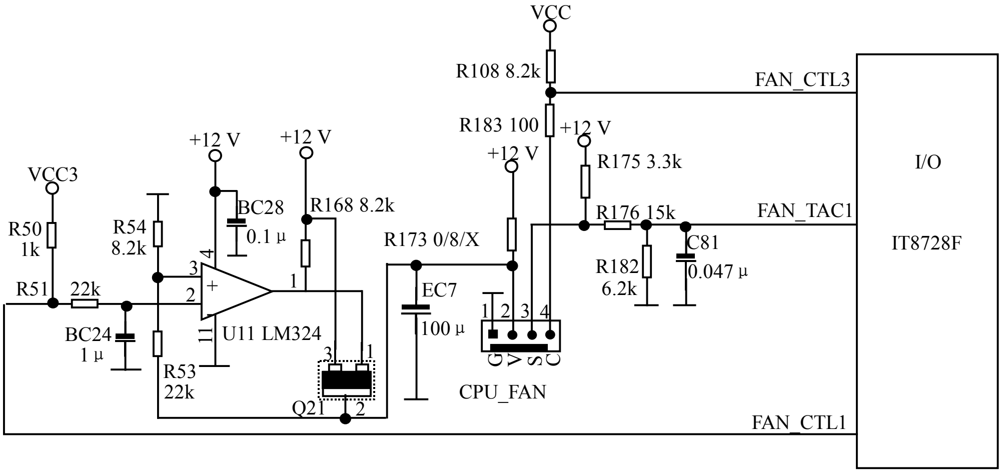


图 9-38　CPU 风扇接口电路原理图

（1）　接口供电。

CPU 风扇的接口供电为 12 V 供电，12 V 供电受到 I/O 芯片输出的 FAN_CTL1 信号（PWM 信号）和运算放大器 LM324 与场效应晶体管 Q21 的控制。当 FAN_CTL1 的信号的输出高电平的时候，LM324 的反相输入端的电压升高，LM324 的输出降低，即 Q21 的 G 极（第 1 脚）电压降低，Q21 的 D 极（第 2 脚）输出电压升高，风扇的供电为高电平，即 CPU 风扇正常供电。

当 FAN_CTL1 的信号的输出为低电平时候，LM324 的反相输入端的电压降低，LM324 的输出电压升高，即 Q21 的 G 极（第 1 脚）电压升高，Q21 的 D 极（第 2 脚）输出降低，风扇的供电为低电平，即 CPU 风扇没有供电。

（2）　风扇转速监测。

直接由接口第 3 针经电阻器 R176 传输到 I/O 芯片 IT8728F/DX（GB）。

（3）　风扇转速控制端。

CPU 风扇的转速控制除了通过 12 V 供电控制之外，还通过 CPU 风扇接口的第 4 针来控制，CPU 风扇接口的第 4 针是接到 I/O 芯片上的，由 I/O 芯片控制。

（4）　CPU 温度检测。

CPU 的温度检测直接集成在 CPU 的内部，有 I/O 芯片读取 CPU 的信息来检测 CPU 的温度情况。

5. INTEL H61 SYS FAN 控制接口

INTEL H61 SYS FAN 控制接口电路如图 9-39 所示。

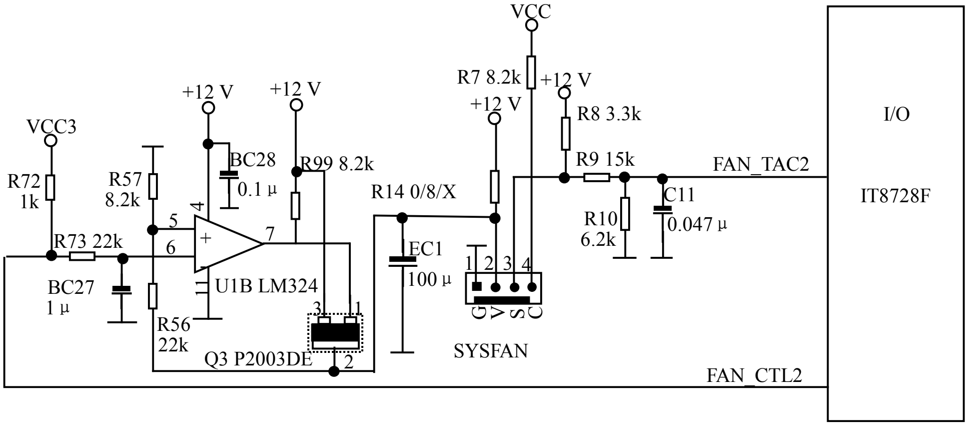


图 9-39　SYS FAN 控制接口电路

（1）　接口供电。

系统风扇的接口供电为 12 V，12 V 供电受到 I/O 芯片输出的 FAN_CTL2 信号（PWM 信号）和运算放大器 LM324 与场效应晶体管 Q3 的控制。当 FAN_CTL2 的信号输出为高电平的时候，LM324 的反相输入端的电压升高，LM324 的输出降低，即 Q3 的 G 极（第 1 脚）电压降低，Q3 的 D 极（第 2 脚）输出升高，风扇的供电为高电平，即系统风扇正常供电。

当 FAN_CTL2 的信号输出为低电平的时候，LM324 的反相输入端的电压降低，LM324 的输出升高，即 Q3 的 G 极（第 1 脚）电压升高，Q3 的 D 极（第 2 脚）输出降低，风扇的供电为低电平，即系统风扇没有供电。

（2）　风扇转速监测。

直接由接口第 3 针经电阻器 R9 传输到 I/O 芯片 IT8728F/DX（GB）。

（3）　风扇转速控制端。

系统风扇的转速控制除了通过 12 V 供电控制之外，还通过系统风扇接口的第 2 针来控制，系统风扇接口的第 2 针接到 I/O 芯片上的，由 I/O 芯片控制。

6.　DVR G41 主板 CPU_FAN 接口电路

DVR G41 主板的 CPU_FAN 接口电路如图 9-40 所示。CPU 风扇的控制为由 CPU 内部电路直接检测 CPU 的温度，CPU 将这个信号传送到 I/O 芯片，I/O 芯片检测到这个温度后，经过温度补偿，输出 FANPWM3 信号给 CPU 风扇，调节 CPU 风扇的转速，来控制 CPU 的温度高低。

（1）　CPU 风扇的接口供电为 12 V 供电。

（2）　风扇转速监测。

直接由接口第 3 针经电阻器 SR18 传输到 I/O 芯片 W83627DHG。

（3）　风扇转速控制端。

CPU 风扇转速由 I/O 芯片输出的 FANPWM3 直接给 CPU_FAN 接口的第 4 脚进行控制。

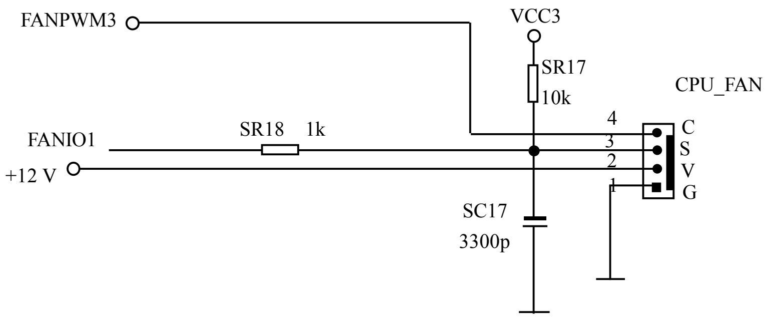


图 9-40　DVR G41 主板 CPU_FAN 接口电路

7. DVR G41 主板 SYS_FAN 接口电路

DVR G41 主板的 SYS_FAN 接口电路如图 9-41 所示。在 DVR G41 主板的系统风扇接口电路中只有检测风扇转速的功能，没有控制系统风扇转速的功能。

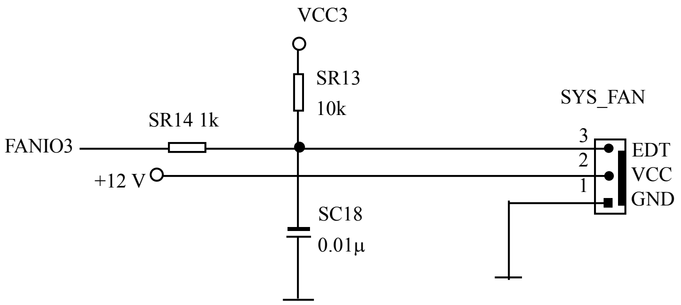


图 9-41　DVR G41 主板 SYS_FAN 接口电路

（1） CPU 风扇的接口供电为 12 V 供电，12 V 供电受到 I/O 芯片输出的 FANPWM3 信号（PWM 信号）的控制。

（2） 风扇转速监测。

直接由接口第 3 针经电阻器 SR14 传输到 I/O 芯片 W83627DHG 进行转速监测。

9.8　主板接口供电电路实训

9.8.1　主板接口供电电路数据测试

1. PS/2 接口测量

（1） PS/2 接口电源跳线测量。

在 DVR G41 主板的 PS/2 接口的供电采用了 ATX 电源 5 V 供电和 5 VSB 供电两种供电模式，切换方式为用跳线来更换供电方式。跳线位于 PS/2 接口附近，如图 9-42 所示。将电源跳线的测量结果填入表 9-9 的表格中。

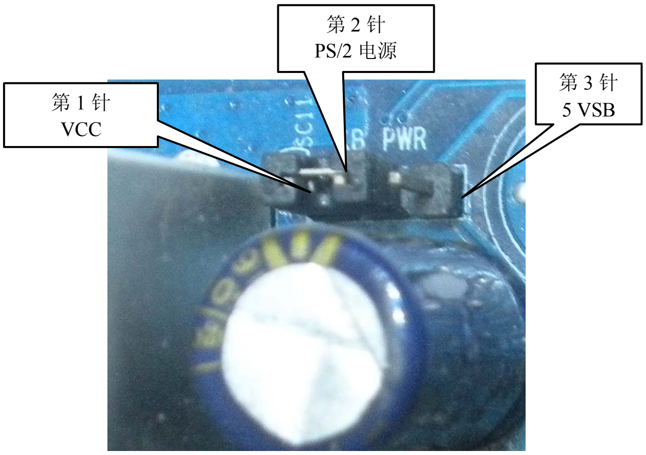


图 9-42　PS/2 电源跳线

表 9-9　PS/2 接口电源跳线测量

测 量 点	测量结果（V）	测量点	测量结果（V）
第 1 脚		第 2 脚	
第 3 脚			

（2）　PS/2 接口测量。

测量 PS/2 接口的对地电阻值和工作时的电压。对 PS/2 接口的测量可以直接通过测量主板背面的 PS/2 接口针脚来测量，如图 9-43 所示为 PS/2 接口针脚。将测量结果填入表 9-10 所示的表格中。

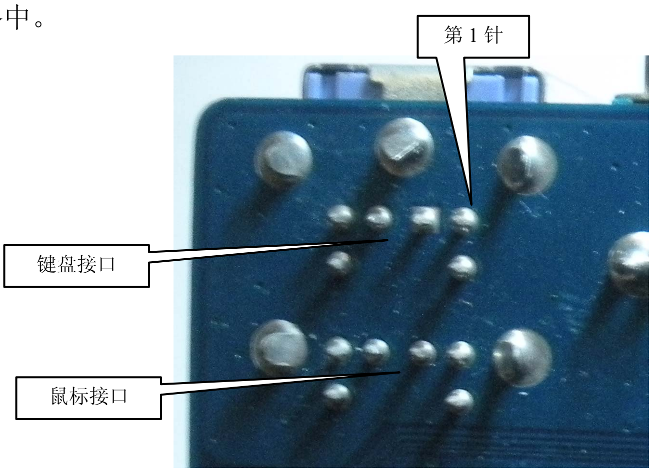


图 9-43　PS/2 接口针脚

表 9-10　PS/2 接口测量

针　脚	测量项目	第 1 针	第 2 针	第 3 针	第 4 针	第 5 针	第 6 针
键盘	电阻值（Ω）						
	电压（V）						
鼠标	电阻值（Ω）						
	电压（V）						

2. 串口测量

对串口的测量主要是测量串口各个针脚的对地电阻值和工作电压，通过对串口的电阻值和电压的测量基本可以判定串口管理芯片是否损坏。同时也也可以直接测量串口管理芯片来判定串口管理芯片是否损坏还是 I/O 芯片损坏。DVR G41 串口接口电路如图 9-44 所示。

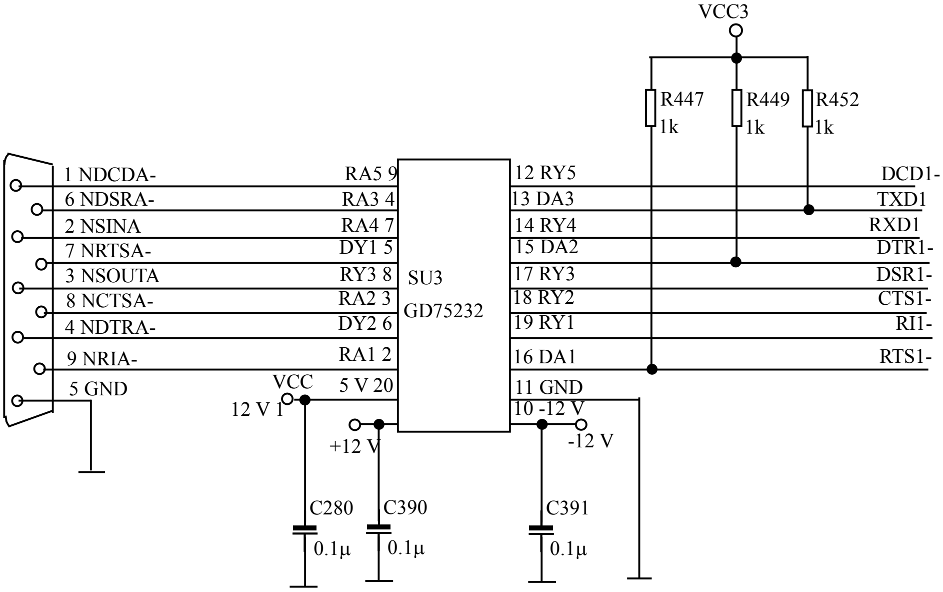


图 9-44　DVR G41 主板串口接口电路

对串口接口的测量主要是测量接口各个针脚的对地电阻值和工作时的电压，串口接口及管理芯片的测量点如图 9-45 和图 9-46 所示。测量的时候可以用万用表直接测量接口也可以测量主板背面的针脚，或者是直接测量窗口管理芯片的引脚。将测量结果分别填入表 9-11 和表 9-12 所示的表格中。

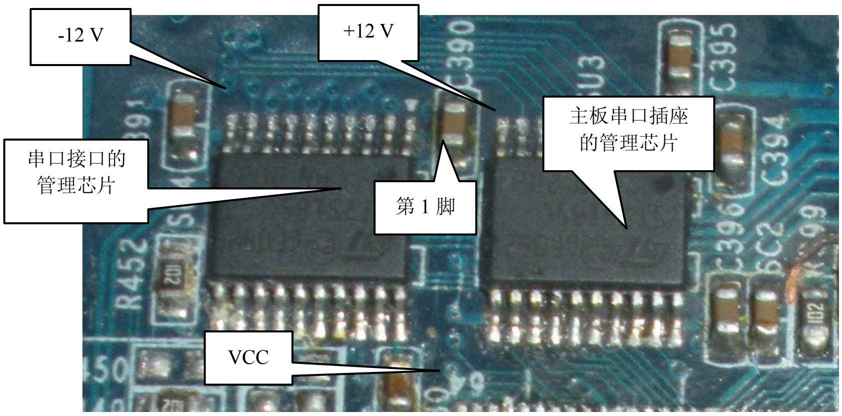
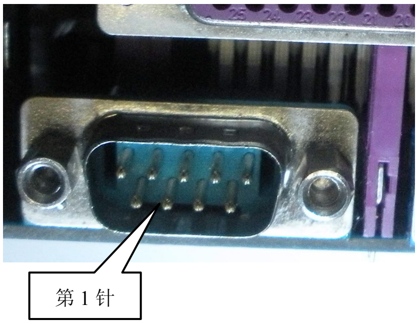


图 9-45　串口管理芯片 GD75232



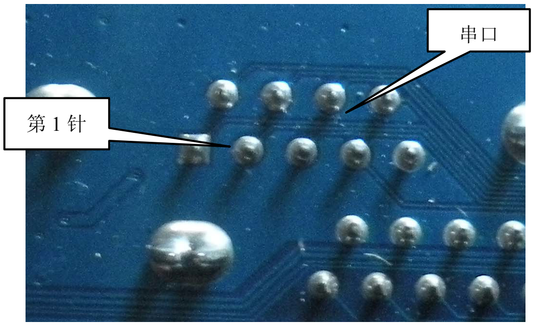


图 9-46　串口接口和接口背面

表 9-11　串口接口测量

针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5					

表 9-12　串口管理芯片（GD75232）测量

针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

3. 并口测量

G41 主板的并口与其他主板的并口接口都是类似的，只是在信号线上没有接匹配电阻器和滤波电容器。仍然是将并口接口直接的连接到 I/O 芯片中，由 I/O 芯片来完成并口的数据的传输控制（同于 PS/2 接口）。图 9-47 所示为 G41 主板的并口接口电路图。

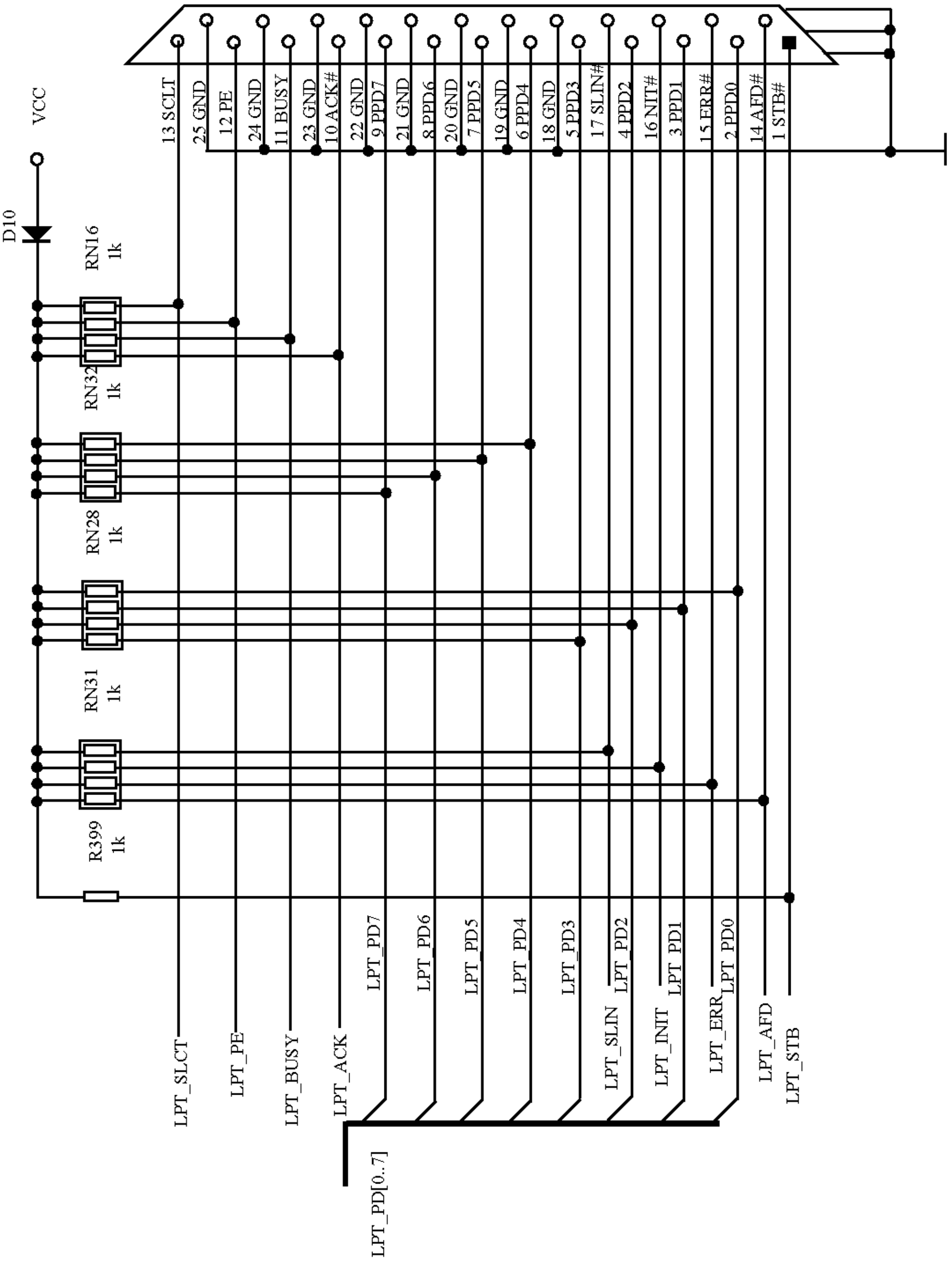


图 9-47　G41 主板的并口接口电路图

对并口的测量主要是测量接口各个针脚的对地电阻值和工作时的工作电压，可以通过对地电阻值和工作电压来判断接口的好坏。并口的测量可以直接用万用表测量各个针脚或者测量主板背面的并口接口针脚。图 9-48 所示为 G41 主板的并口接口和主板背面的针脚排列，并将测量结果填入表 9-13 所示的表格中。

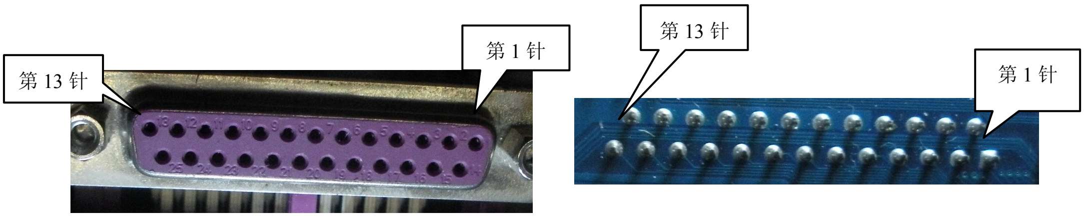


图 9-48　G41 主板的并口接口和背面针脚排列

表 9-13　G41 主板的并口接口测量结果

针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）
1			14		
2			15		
3			16		
4			17		
5			18		
6			19		
7			20		
8			21		
9			22		
10			23		
11			24		
12			25		
13					

4.　USB 接口测量

DVR G41 主板上具有后置 4 个 USB2.0 接口，主板上还有 4 个 USB2.0 插座（2 组）。其 USB2.0 接口电路图如图 9-49 所示。对 USB 接口的测量就是测量 USB 接口 4 个针脚的对地电阻值和工作时的工作电压。可以通过这些测量结果来判断 USB2.0 接口是否损坏。G41 主板的 USB 接口的测量可以直接采用万用表测量 USB 接口的 4 个针脚的电压和电阻值或者测量主板背面的 USB 接口引脚。USB 接口和背面针脚排列如图 9-50 所示。并将测量结果填入表 9-14 所示的表格中。

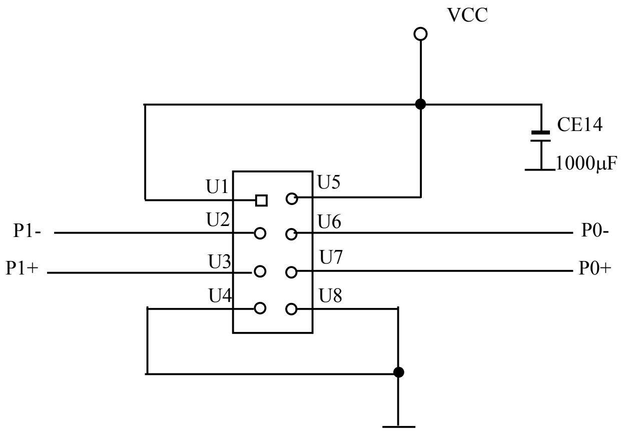


图 9-49　DVR G41 主板 USB2.0 接口电路图

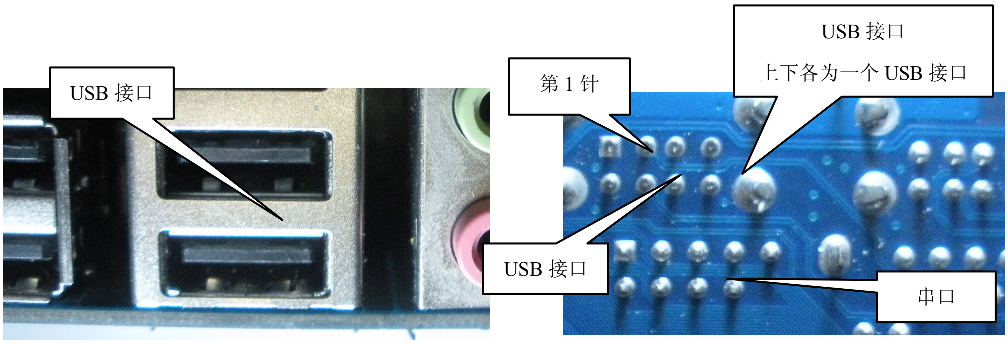


图 9-50　USB 接口和背面针脚排列

表 9-14　USB 接口测量

针　　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　　脚	电阻值（Ω）	工作电压（V）
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

5. 硬盘接口测量

硬盘接口和其他的接口不同，其他的接口电源和数据传输线是在同一个接口上的，而硬盘接口的电源是由 ATX 电源直接提供的，这里对硬盘接口的测量只是对数据传输接口的测量。

对硬盘接口的测量主要就是测量接口的各个引脚对地电阻值和工作时的工作电压。可以由此来判断接口电路的正常与否。

（1） IDE 接口的测量。

IDE 接口可以直接使用万用表测量主板背面的针脚来测量，如图 9-51 所示。并将测量

结果填入表 9-15 所示的表格中。

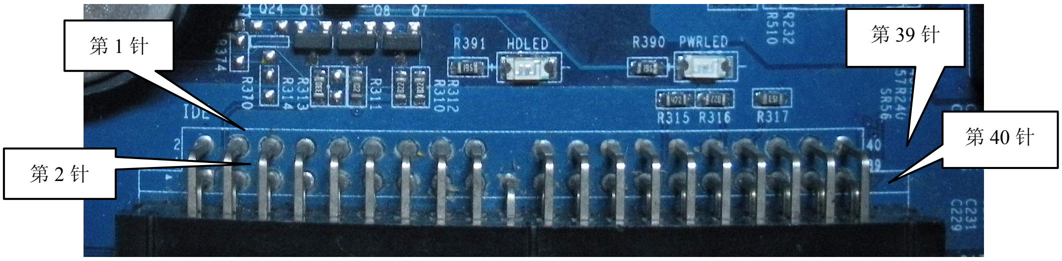


图 9-51　IDE 接口和接口背面针脚排列

表 9-15　IDE 接口测量

针　脚	名　称	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　脚	名　称	电阻值（Ω）	工作电压（V）
1	RESET#			21	DMARQ		
2	GND			22	GND		
3	DD7			23	I/O Write		
4	DD8			24	GND		
5	DD6			25	I/O Read		
6	DD9			26	GND		
7	DD5			27	IO_CH_RDY		
8	DD10			28	ALE		
9	DD4			29	DMAACK		
10	DD11			30	GND		
11	DD3			31	IRQR		
12	DD12			32	IOCS16#		
13	DD2			33	DA1		
14	DD13			34	DMA66_Detect		
15	DD1			35	DA0		
16	DD14			36	DA2		
17	DD0			37	IDE_CS0#		
18	DD15			38	IDE_CS1#		
19	GND			39	ACTIVE#		
20	空针			40	GND		

（2）　SATA 接口的测量。

SATA 接口可以直接使用万用表测量 SATA 接口或者主板背面的针脚来测量，如图 9-52

所示。并将测量结果填入表 9-16 所示的表格中。

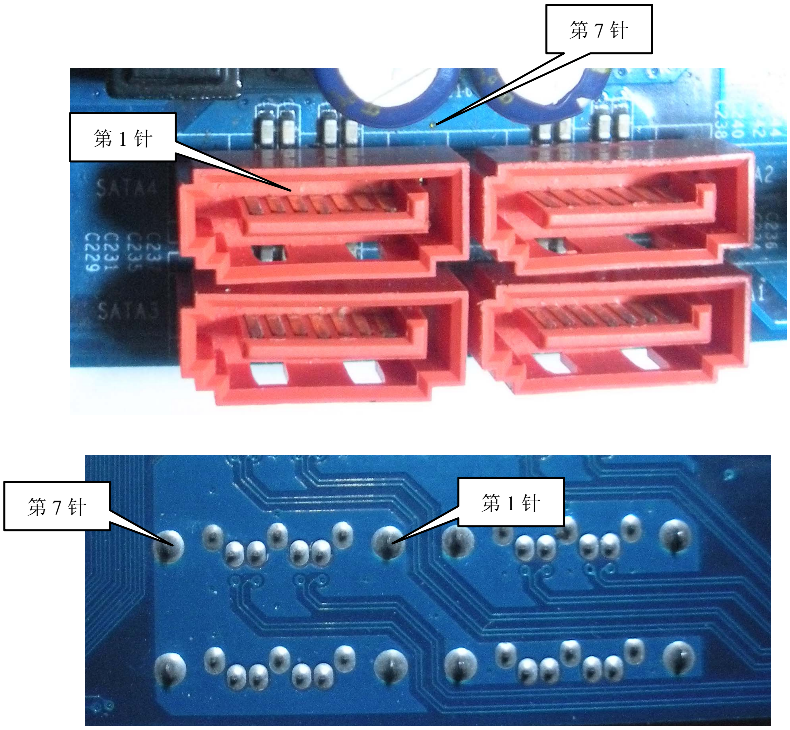


图 9-52　SATA 接口和接口背面针脚排列

表 9-16　SATA 接口测量

针　脚	名　称	电阻值（Ω）	工作电压（V）	针　脚	名　称	电阻值（Ω）	工作电压（V）
2	RSATA-TXP			5	RSATA-RXN		
3	RSATA-TXN			6	RSATA-RXP		

9.8.2　主板接口供电电路故障模拟

1.　PS/2 接口电路可能出现故障元器件

PS/2 接口插座损坏、KB_PWR（电源跳线）、SC13 短路、SC14 短路、SC15 短路、SC12 短路。

2.　串口电路可能出现故障元器件

串口接口插座损坏、SU3（GD75232）损坏、SU3（GD75232）损坏。

3.　并口电路可能出现故障元器件

并口接口插座损坏。

4.　USB 接口电路可能出现故障元器件

USB 接口插座损坏、R213 开路。

5. 硬盘接口可能出现故障元器件

（1） IDE 接口电路。

R314 开路、R311 开路、Q8 损坏、Q7 损坏、R310 开路、R312 开路、R318 开路、D3 损坏、R391 开路、BC1 短路（后面 4 个只会造成硬盘指示灯状态不对）。

（2） SATA 接口电路。

R319 开路、D4 损坏、R391 开路、BC1 短路（后面 4 个只会造成硬盘指示灯状态不对）

9.8.3 主板接口电路故障维修

1. PS/2 接口电路故障维修

（1） 键盘、鼠标接口故障维修。

① 键盘、鼠标接口电路常见故障现象：

- 主板键盘接口不能使用。
- 主板鼠标接口不能使用。
- 键盘能够识别，但不能使用。

② 造成键盘、鼠标接口电路故障的原因：

- 保险电阻器损坏。
- 滤波电容器损坏。
- 上拉电阻器损坏。
- 信号线上拉电阻器损坏。
- 键盘口座和鼠标口座有虚焊或断针现象。
- 控制键盘接口和鼠标接口的 I/O 芯片损坏。

（2） 键盘鼠标接口电路常见故障分析。

① 键盘、鼠标不能使用故障分析。

当计算机的键盘、鼠标出现不能使用的故障时，可能由于键盘、鼠标损坏或接反，键盘、鼠标接口接触不良，键盘、鼠标接口电路供电问题或信号线不通或南桥、I/O 芯片损坏等故障导致，具体的排除方法为：

- 首先确定计算机中的键盘、鼠标是否正常，具体的检测方法可以是使用替换法进行检测，即将计算机中的键盘、鼠标接到另一台正常的计算机中，看是否正常，如果不正常，说明是键盘、鼠标的问题，更换坏的键盘、鼠标即可解决故障。
- 如果键盘、鼠标正常，说明不是键盘、鼠标的问题，接下来拿一个好的键盘、鼠标接到故障计算机中检测键盘、鼠标是否能够使用，如果能够使用，说明是键盘、鼠标不兼容，如果不能使用，则可能是主板的键盘、鼠标接口接触不良，仔细检测接口是否有虚焊等故障。
- 如果不是键盘、鼠标故障或接触不良故障，则是不能判别键盘、鼠标接口电路故障，接着测量供电部分对地电阻值是否为 180～380 Ω，如果不是，则是保险电阻器或滤波电容器故障，更换损坏元件即可。
- 如果电阻器正常，说明键盘、鼠标的供电电路正常，接着检查数据信号线和时钟信号线的上拉电阻器和滤波电容器、电阻器（或电感器）是否损坏，如果损坏，

更换损坏的元件即可。

- 如果都正常，则可能是 BIOS 芯片故障引起的问题，重新刷新 BIOS 芯片看故障是否解决，如果没有解决，检查数据线是否导通，如果线路不通，检查线路中的元器件故障。
- 如果上述都正常，则可能是 I/O 芯片或者南桥中相关电路模块问题，更换 I/O 芯片或南桥芯片即可。

② 键盘、鼠标时而能用，时而不能用故障分析。

出现键盘、鼠标时而能用，时而不能用的故障，可能是由于键盘、鼠标接触不良或供电不足，或信号线上的上拉电阻器损坏或 I/O 芯片和南桥内部控制电路工作不稳定所导致，具体解决方式如下：

- 首先检测是否是键盘或鼠标本身的故障，检测方法还用那个替换法，如果键盘、鼠标正常，接着检查键盘、鼠标接口是否虚焊或接口被氧化。
- 第 2 步：接着检查供电部分保险电阻器是否变质，滤波电容器是否漏电。
- 第 3 步：如果供电正常，接着检查信号线连接的上拉电阻器是否损坏，连接的滤波电容器、电阻器是否变质。
- 第 4 步：如果这些都正常，则可能是南桥或 I/O 芯片内部控制电路工作不稳定，更换南桥或 I/O 芯片。

2. 串口电路故障维修

当计算机串口出现故障，不能使用时，可能由于串口插座接触不良，串口管理芯片损坏，串口电路中的滤波电容器损坏等原因导致。当计算机串口出现故障后的检测步骤如下：

- 首先检查串口插座有无虚焊、断针等不良现象。
- 如果串口插座正常，测量串口插座到串口管理芯片之间线路的数据线对地电阻值是否为 1000～1700Ω，并且所有数据线的对地电阻值应大致相同，如果对地电阻值不正常，检测线路中的滤波电容器等元器件是否正常，如果不正常，则替换损坏的元器件。
- 如果滤波电容器等元器件正常，接着检查串口管理芯片的供电是否正常，如果供电不正常，检测串口管理芯片的供电引脚连接的二极管等器件的好坏。
- 如果串口管理芯片的供电部分正常，则是串口管理芯片损坏，更换串口管理芯片。
- 如果串口插座到串口管理芯片之间的数据线对地电阻值正常，接着测量串口管理芯片到南桥或 I/O 芯片间的线路的对地电阻值是否相同，如果不同，去掉串口管理芯片，然后再测量对地电阻值是否相同，如果还是不相同则是南桥或 I/O 芯片损坏，如果相同则是串口管理芯片损坏。

3. 并口电路故障维修

（1） 并口电路常见故障现象。

主板并口不能使用。

（2） 造成并口电路故障的原因。

- 并口电路中连接的二极管损坏。
- 并口插座有断针或虚焊。

- 滤波电容器损坏。
- 提升信号的上拉电阻器损坏。
- 串口、并口有虚焊或断针现象。
- 控制串口和并口的 I/O 芯片损坏。

（3） 并口常见故障分析维修。

当电脑的并口出现故障，不能使用时，可能由于并口插座接触不良，并口管理芯片损坏，并口电路中连接的滤波电容器、上拉电阻器损坏等导致。电脑并口出现故障后，检测步骤如下：

- 首先检查并口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。
- 如果并口插座正常，测量并口插座到并口管理芯片之间线路的数据线对地电阻值是否反向电阻值为 500～1500 Ω，正向电阻值为 500 kΩ以上，并且所有数据线的对地电阻值应大致相同，如果对地电阻值不正常，检测线路中的排阻、滤波电容器等元器件是否正常，如果不正常则替换损坏的元器件。
- 如果排电阻、滤波电容器等元件正常，接着检查并口管理芯片的供电是否正常，如果供电不正常，检测并口管理芯片的供电针脚连接的元器件的好坏。
- 如果并口管理芯片的供电部分正常，则是并口管理芯片损坏，也可能是南桥或 I/O 芯片损坏。接着去掉并口管理芯片，然后再测量对地电阻值是否相同，如果还是不相同，则是南桥或 I/O 芯片损坏，如果相同，则是并口管理芯片损坏，更换损坏的元器件即可。

注意：

打印接口故障一般是由接口相连接的电阻器、电容器或电感器损坏引起的。在其他接口电路正常的情况下，除带电插拔或人为损坏以外，芯片很少损坏。

4. USB 接口电路故障维修

（1） USB 接口电路常见故障现象：

- 主板 USB 接口不能使用。
- USB 设备不能别识别。

（2） 造成 USB 接口电路故障的原因：

- USB 接口电路中供电电路上的保险电感器（保险电阻器）损坏。
- USB 接口插座有断针或虚焊。
- 滤波电容器损坏。
- 数据信号线上的电阻器损坏。
- 数据信号线上的 ESD 保护二极管损坏。
- 南桥芯片损坏或虚焊。

（3） USB 接口电路常见故障分析。

当计算机的 USB 接口出现故障而不能使用时，可能是由于 USB 接口插座接触不良，USB 接口电路供电电路上的保险电感器（保险电阻器）损坏或 USB 接口电路中的连接的滤波电容器、电阻器、ESD 保护二极管等损坏而导致的。计算机 USB 接口出现故障后的检测

步骤如下：

- 首先检查 USB 接口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。
- 如果 USB 接口插座正常，测量 USB 接口电路中数据线对地电阻值是否为正常，并且所有数据线对地电阻值应大致相同，如果不同或不正常，检查不正常线路中的电阻器、电容器、ESD 保护二极管等元器件是否正常，如果不正常则替换损坏的元器件。
- 如果滤波电容器、排电阻、ESD 保护二极管等元器件均正常，接着检查南桥或 I/O 芯片是否损坏或虚焊，如果损坏则更换损坏元器件或假焊南桥和 I/O 芯片。

5. 硬盘接口电路故障维修

（1） SATA 接口故障维修

① SATA 接口电路常见故障现象：

SATA 接口不能使用。

② 造成 SATA 接口电路故障的原因：

- SATA 接口电路中连接的电容器损坏。
- SATA 插座有断针或虚焊。
- 控制 SATA 接口的南桥芯片损坏。

③ SATA 接口常见故障分析维修。

当计算机的 SATA 接口出现故障不能使用时，可能由于 SATA 接口插座接触不良，南桥损坏，接口电路中连接的电容器等损坏导致。电脑并口出现故障后检测步骤如下：

- 首先检查并口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。
- 如果并口插座正常，测量并口插座到南桥芯片之间线路的数据线对地电阻值是否正常，并且所有数据线的对地电阻值应大致相同，如果对地电阻值不正常，检测线路中的电容器是否正常，如果不正常则替换损坏的元器件。
- 如果接口插座及数据线上连接的电容器均正常，则检测南桥芯片上所接的 R220 是否正常。
- 测量南桥的 SATA 接口电路的供电 VCCSATAPLL 是否正常，检查 L5、C273、C271 是否损坏，更换损坏元器件。
- 如果以上皆正常，则南桥芯片损坏，更换南桥芯片。

（2） IDE 接口故障维修。

① IDE 接口电路常见故障现象：

IDE 接口不能使用。

② 造成 IDE 接口电路故障的原因：

- IDE 接口电路中连接的电容损坏。
- IDE 插座有断针或虚焊。
- 控制 IDE 接口的南桥芯片损坏。

③ IDE 接口常见故障分析维修。

当计算机的 IDE 接口出现故障不能使用时，可能由于 IDE 接口插座接触不良，IDE 接口所接元器件损坏，南桥损坏等导致。电脑并口出现故障后检测步骤如下：

- 首先检查并口插座有无虚焊、断针等不良现象，如果有，重新焊接插座即可。
- 如果并口插座正常，测量并口插座到南桥芯片之间线路的数据线对地电阻值是否正常，并且所有数据线的对地电阻值应大致相同，如果对地电阻值不正常，检测线路中的电容器是否正常，如果不正常，则替换损坏的元器件。
- 如果接口插座及数据线上连接的电容器均正常，IDE 接口的复位信号是否正常，复位不正常，则检查 Q7、Q8 及相连接的元器件，有元器件损坏，则更换。
- 如果以上皆正常，则南桥芯片损坏，更换南桥芯片。

9.9 本章练习题

一、选择题

1．主板的键盘、鼠标接口电路中的易坏元器件主要有_________。

A. 滤波电容器　　B. 南桥芯片

C. 保险电阻器　　D. 场效应晶体管

2．串口电路中的串口管理芯片需要的供电电压主要有_________。

A. +12 V　　B. −12 V

C. +5 V　　D. −5 V

3．USB2.0 接口中有 4 根线，不属于这 4 根线中的有_________。

A. 电源线　　B. 时钟线

C. 信号线　　D. 控制线

二、填空题

1．主板键盘、鼠标接口电路中的电容器的作用是___________________。

2．主板串口电路主要的串口管理芯片有___________________。

三、简答题

1．分析计算机中键盘不能使用时的检测步骤。

2．分析 USB 接口电路故障检测步骤。

第 10 章　主板维修工作流程

10.1　接待客户

接待客户包含与客户谈话，了解客户的基本需求，记录客户信息、故障现象，确认硬件配置、填写维修记录单等。

接待客户流程如图 10-1 所示。

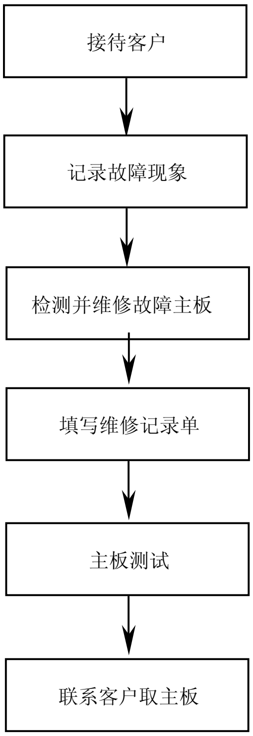


图 10-1　接待客户流程

1.　送机验机

在接收用户送来的机器前，一定要验机，再现故障，确认故障。这样既可以将小故障立即解决，提高效率，又可避免因用户机器故障不稳定造成误判，引起一系列不必要的后续性麻烦。

（1）　询问用户确切的故障现象，包括经常发生的故障和偶尔发生的故障，询问故障经过。可问“您的机器有什么故障？除了这个外还有没有其他不经常发生的故障？发生故障的前后情况是怎样的？”

（2） 尽可能当用户的面重现故障，询问用户是否和他使用时发生的故障情况一致。

（3） 为用户分析产生故障的可能原因。分析是机器本身的质量问题，还是用户使用问题。

（4） 与用户确认机器配置。

（5） 再次询问用户机器是否有其他故障。

（6） 确定能否当场排除故障。

（7） 如需接收下机器，协调员要继续办理接收机器的手续。

（8） 在维修服务记录单上记录故障分析和维修所需的备件号。

2. 接待客户规范

在客户面前不说不该说的话。禁用有损厂家及企业形象、信誉、产品品质、服务形象，人员形象的话。

不讲气话、不讲假话、不讲粗话、不讲脏话。

不冷嘲热讽、不恶语伤人、不出言不逊。

不向顾客耍态度、不看人行事、不说无原则的话。

非职权范围能解决的问题，绝不能说：“我们不管”。

非本系统出现的问题，绝不能说：“跟我们没关系”。

自己不能解决的问题，绝不能说：“没办法解决”。

客户发表自己的意见和看法时，绝不能说：“随便”。

10.2 故障现象记录

首先要记录客户的描述，之后要当面观察客户故障机的实际现象，同时观察其他破损或故障件，并做记录。客户反应的故障我们一定要重新检测，重点注意客户没有发现的故障现象，并写在维修单上。

- 客户信息记录：可以由业务人员填写，但要详细，便于随时联系，特别是联系电话，有手机最好。
- 故障现象记录：首先要记录客户的描述，之后要当面观察客户故障机实际现象，同时观察其他破损或故障件，并做记录。客户反应的故障我们一定要重新检测，重点注意客户没有发现的故障现象，并填写在维修单上。
- 留下维修部件记录：接收的是整机还是部件，如果是整机，顾客没有留下的部件在维修单上要写“无”或画掉；如果只是部件，一定要把型号、容量、编号登记在维修单上。以免以后引起不必要的纠纷。
- 初步判断：能够初步判断故障原因的需要给客户一个维修费用的估价。
- 提示客户：注意背面的《维修声明》，以避免纠纷。
- 客户签字：记录内容要由客户自己签字确认，维修公司不要代签。

10.3 检测并维修故障主板

根据主板的类型，供电方式，对主板进行工作检测，确定故障点，并维修。

当接收故障主板后，由检测部门负责检测，并判断故障，填写维修申请单，移交到产品等修区

1.　主板故障分类

电脑主板比较复杂，故障率比较高，故障现象较复杂，分布也较分散。现将故障现象分类如下：

（1）　各种连接线短路、断路故障。

各种连接线不该通处短路，该通处断开不通，如 IC 芯片、电阻器、电容器、三极管、电感器等元器件引脚断、短路、击穿，连线、引脚与电源、地线短路导通；印刷板线断开、短路以及焊盘脱落等，这些都是常见故障。

（2）　“DMA”控制器和辅助电路故障。

“DMA”控制器功能较强，故障率较高；辅助电路芯片及输入信号电路亦容易产生故障。

（3）　RS-232 串行接口控制器故障。

PC 机中的串行接口控制器有独立的，也有与其他接口合在一起的，串行接口故障率较高。

（4）　时钟控制器和总线控制器故障。

时钟控制器和总线控制器、总线驱动器、控制命令芯片，均有可能存在故障。

（5）　内存芯片 RAM 故障。

PC 机中内存芯片较多，利用率较高，芯片本身故障率也较高。

（6）　数据总线故障。

主板中的 CPU、存储器、I/O 设备的数据传输总线、总线缓冲寄存器/驱动器等，亦有程度不同的故障发生。

（7）　地址总线故障。

在主板中 CPU 传送地址的地址总线、地址锁存器及地址缓冲寄存器、驱动器等处。

（8）　内存控制信号与地址产生电路故障。

指 RAS/CAS 行列地址选通信号、行列地址延时控制信号及行列地址的电路出错。

（9）　个别插座、引脚松脱等接触不良故障。

指芯片与插座因锈蚀、氧化、弹性减弱，引脚脱焊、折断以及开关接触不良而产生的故障。

（10）　I/O 通道插槽故障。

指 I/O 通道插槽中的铜片脱落、弹性减弱、折断短接，插脚虚焊、脱焊、灰尘过多或掉入异物而产生的故障。

（11）　特殊情况引起的故障。

指受冲击、强震、电击、电压突然升高、负载不匹配或设计不合理而产生的故障，以及因安装、设置及使用不当而造成的人为故障，如定时器、计数器、中断控制器、并行接口控制器的芯片等亦会产生故障，但故障率一般很低。

（12）　电源控制器的故障。

一般电源输出控制器电流较大，发热量大，如果控制芯片或集成块的质量不佳或散热

不良，故障率较高。以及它周围的电源滤波电容器因长期工作在高温环境下，也会因为电解液干涸造成失效，从而引起电源输出的纹波增大造成主板工作不稳定。

2. 引起主板故障的主要原因

（1） 人为故障：带电插拔 I/O 卡，以及在装板卡及插头时用力不当造成对接口、芯片等的损害。

（2） 环境不良：静电常造成主板上芯片（特别是 CMOS 芯片）被击穿。另外，主板遇到电源损坏或电网电压瞬间产生的尖峰脉冲时，往往会损坏系统板供电插头附近的芯片。如果主板上布满了灰尘，也会造成信号短路等。

（3） 器件质量问题：由于芯片和其他器件质量不良导致的损坏。

3. 检测主板故障的主要方法

（1） 清洁法。

对于机房使用环境较差，或使用较长时间的机器，应首先进行清洁。可用毛刷轻轻刷去主板上的灰尘，如果灰尘已清扫掉，或无灰尘，就进行下一步的检查。

另外，由于主板上一些插卡芯片采用插脚形式，震动、灰尘等其他原因，常会造成引脚氧化，接触不良。可用橡皮擦擦去表面氧化层，重新插接好后开机检查故障是否排除。

（2） 表面观察法。

首先观察系统板上插头、插座是否歪斜，电阻器、电容器引脚是否相碰，表面是否烧焦，芯片表面是否开裂，主板上的铜箔是否烧断。反复仔细查看待修的板子，看插头是否松动，用手按压管座的活动芯片，看是否芯片接触不良，还要查看是否有异物掉进主板的元器件之间（造成短路），也可以看看板上是否有烧焦变色的地方，印刷电路板上的走线（铜箔）是否断裂，等等。遇到有疑问的地方，可以借助万用表量一下，以证实自己的判断。经过以上检查，可很快发现故障，并加以排除。当没有发现疑点，或将疑点排除时，可进行下一步的检查

（3） 电阻测量法。

目测没有发现疑点或已将疑点排除后，一般可以加电测试。为防止出现意外，在加电之前应测量一下主板上电源+5 V 与地（GND）之间的电阻值。最简捷的方法是测芯片的电源引脚与地之间的电阻值。未插入电源插头时，该电阻值一般应为 300 Ω，最低也不应低于 100 Ω。再测一下反向电阻值，略有差异，但不能相差过大。若正反向电阻值很小或接近导通，就说明有短路发生，应检查短路的原因。一般产生这类现象的原因如下：

① 系统板上有被击穿的芯片，一般说此类故障较难排除。例如 TTL 芯片（LS 系列）的+5 V 连在一起，可吸去+5 V 引脚上的焊锡，使其悬浮，逐个测量，从而找出故障芯片。如果采用割线的方法，势必会影响主板的寿命。

② 板子上有损坏的电阻器或电容器。

板子上存有导电杂物。

当排除短路故障后，插上所有的 I/O 卡，测量±5 V，±12 V 与地是否有短路现象。特别是±12 V 与周围信号是否相碰，可进行下一步的检查。

当手头上有 1 块好的同样型号的主板时，也可以用测量电阻值的方法测板子上某些点或某些被怀疑芯片的引脚对地电阻值，通过对比，可以较快地发现芯片故障所在。

（4）　测电压法。

当上述步骤均未见效时，就可以将电源插上，加电测量。一般测电源的±5 V 和±12 V。当发现某一电压值偏离标准值太远时，可以通过分隔法或割断某些引线或拔下某些芯片再测电压。当割断某条引线或拔下某块芯片时，若电压变为正常，则这条引线引出的元器件或拔下来的芯片就是故障所在。

（5）　触摸法。

开机后，用手触摸一些芯片的表面，如果发烫，则为该芯片损坏，可换一块好的芯片试试。

（6）　拔插法。

PC 机系统产生故障的原因很多，主板自身故障或 I/O 总线上的各种插卡故障均可导致系统运行不正常。采用拔插维修法是确定故障在主板或 I/O 设备的简捷方法。该方法就是关机将插件板逐块拔出，每拔出一块板就开机观察机器运行状态，一旦拔出某块后主板运行正常，那么故障原因就是该插件板故障或相应 I/O 总线插槽及负载电路故障。若拔出所有插件板后系统启动仍不正常，则故障很可能就在主板上。

（7）　交换法。

将同型号插件板，总线方式一致、功能相同的插件板或同型号芯片相互交换，根据故障现象的变化情况判断故障所在。此法多用于易拔插的维修环境，例如内存自检出错，可交换相同的内存芯片或内存条来判断故障部位，无故障芯片之间进行交换，故障现象依旧，若交换后故障现象变化，则说明交换的芯片中有一块是坏的，可进一步通过逐块交换而确定部位。

（8）　先简单后复杂并结合组成原理的判断法。

随着大规模集成电路的广泛应用，主板上的控制逻辑集成度越来越高，其逻辑正确性越来越难以通过测量来判断。可采用先判断逻辑关系简单的芯片及阻容元件，后将故障集中在逻辑关系难以判断的大规模集成电路芯片。此法用于电路集成度较高而无图纸等技术资料，但了解硬件组成原理及芯片功能的场合。

（9）　软件诊断法。

随着各种集成电路的广泛应用，焊接工艺越来越复杂，同时，随机硬件技术资料较缺乏，仅靠硬件维修手段往往很难找出故障所在。而通过随机诊断程序、专用维修诊断卡及根据各种技术参数（如接口地址），自编专用诊断程序来辅助硬件维修则可达到事半功倍之效。程序测试法的原理就是用软件发送数据、命令，通过读线路状态及某个芯片（如寄存器）状态来识别故障部位。此法往往用于检查各种接口电路故障及具有地址参数的各种电路。但此法应用的前提是 CPU 及基本总线运行正常，能够运行有关诊断软件，能够运行安装于 I/O 总线插槽上的诊断卡等。编写的诊断程序要严格、全面、有针对性，能够让某些关键部位出现有规律的信号，能够对偶发故障进行反复测试及能显示记录出错情况。软件诊断法要求具备熟练编程技巧、熟悉各种诊断程序与诊断工具（如 debug、DM 等）、掌握各种地址参数（如各种 I/O 地址）以及电路组成原理等，尤其掌握各种接口单元电路正常状态的各种诊断参考值是有效运用软件诊断法的前提基础。

4.　检测主板故障的流程图

检测主板故障的流程图如图 12-2 所示。

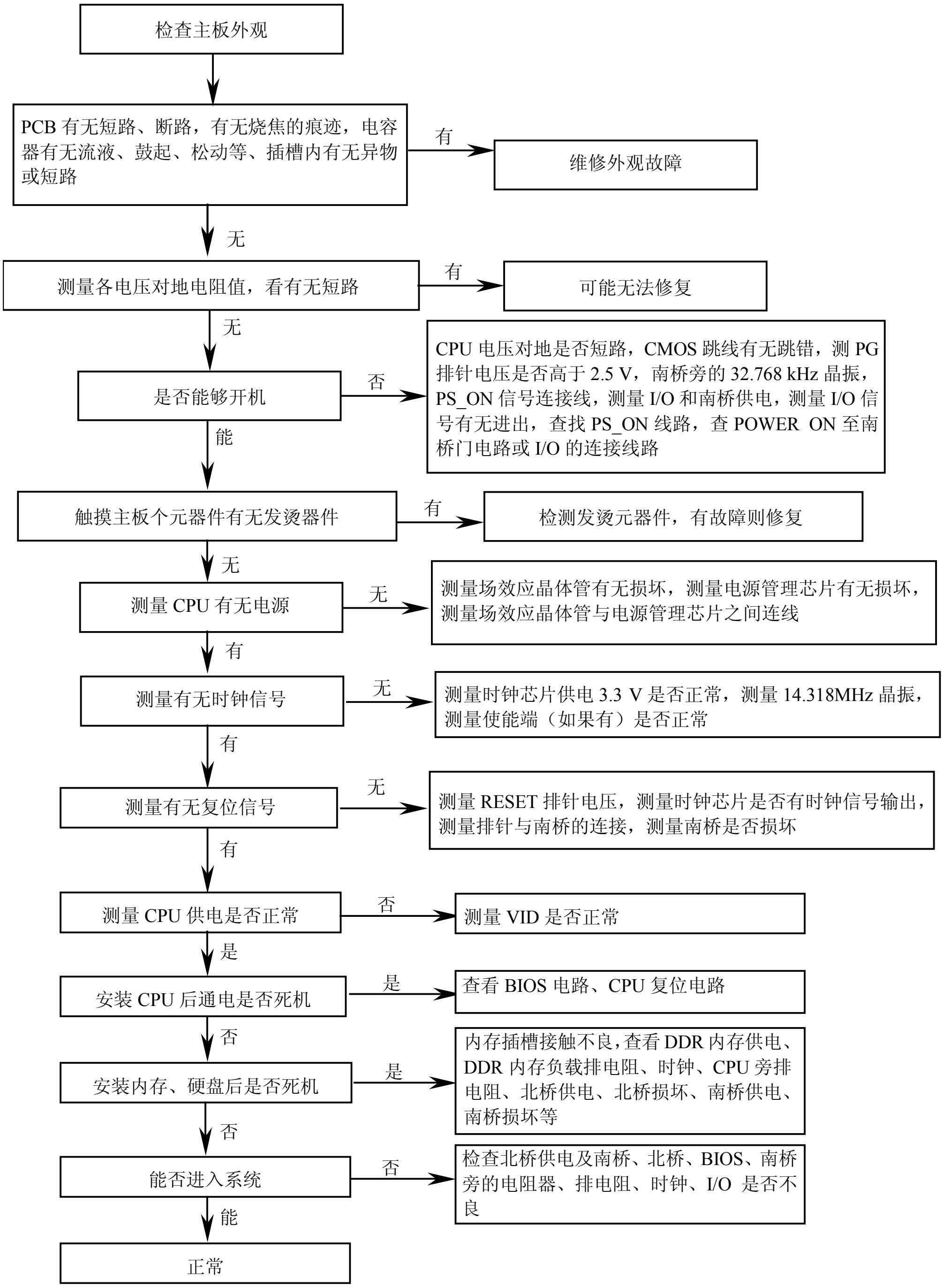


图 10-2　故障检测流程

10.4　填写维修记录单

在维修过程中认真填写维修记录单，为以后维修做好知识积累。在维修记录单中主要需要记录的应该包括：

- 记录主板的类型、芯片组。
- 记录故障的现象。
- 记录故障产生的原因。
- 记录维修方法。
- 记录维修心得。
- 记录更换何种元件。

如表 10-1 所示为维修记录单。

编号：

表 10-1　维修记录单

报修单位			报修时间	
故障描述				
故障分析				
故障解决情况				
配件更换情况	物品名称		数量	
维修人签名		日期		

10.5　主板测试

在主板维修完成后，要对主板进行长时间的测试，拷机。防止故障维修不完整或者再次出现故障，对主板进行测试的内容主要包括：

- 对主板的外观检查，看有无破损。
- PS/2、USB 可以用实物测试；如键盘、鼠标、U 盘。
- COM、LPT 接口可以用回路器具，测试回路正常通信就好了。
- PCI、PCIE 接口直接用网卡、声卡测试。
- 用主板测试卡对主板进行测试。
- 对主板进行长时间（6～8 小时）拷机。
- 用诊断工具软件进行全面功能测试。

1.　目测

① 主板外观是否完好。

② 进行维修后各个元器件和芯片接口的焊点是否完好正常，有无残余的助焊剂、焊锡等。

③ 各个接口是否正常。

④ 各个插槽（PCI 插槽、PCI Express X1 插槽、PCI Express X16 插槽、内存插槽）等是否正常。

2.　开机上电测试

① 主板开机上电检查之前要先测量主板电源对地电阻值是否正常。

② 同时进行内存测试，如果拔出内存，上电开机，有长鸣声，主板在内存检测是否无问题。

③ 测试 BIOS 是否正常。

④ 测试各个 SATA/IDE 接口是否正常。

⑤ 系统测试：可安装 WINODWS XP 或者 Windows 7/8，能够进入系统，可以初步判断主板已经正常修复。

⑥ 拷机测试，使用专用拷机软件，比如 Stress Prime2004（SP2004）等。在室温（10～36℃）拷机 6～8 个小时。如果有相应条件的话，可用拷机灯，调高温度到 65℃左右继续拷机 6～8 小时。如拷机正常，则主板无相应问题。

3. 系统测试

① 建议使用 WINDOWS 7 OS 测试。

② 可以使用 U 盘、USB 鼠标等测试前置、后置 USB 接口是否正常。

③ 可用超级终端、串口鼠标等测试串口是否通信正常。

④ 可以打印机等并口设备测试并口是否正常。

⑤ 用键盘鼠标测试 PS/2 接口是否正常。

⑥ 直接播放音频等测试集成声卡是否正常。

⑦ 使用网络连接等测试 100MB/1000MB 集成网卡是否正常。

⑧ 建议使用软件“RS-232”、“BurnInTestPro3.0”、“BurnInTest”等进行拷机与接口测试。

4. 操作流程

① 操作员工必须有防静电措施，如手套、静电腕带等，方可进行操作。

② 注意测试台上应无金属件等，防止主板短路。

③ 注意供电稳定，测试阶段，可以使用稳压器等，固定电源峰值，防止因为电源问题，导致主板保护电路烧毁。

④ 注意主板上金手指等插件，防止因为金手指氧化导致通电不正常。

⑤ 严格按照先外后里的原则：先检查外部部件，再进行通电测试。

⑥ 测试完毕，必须把主板装回静电袋中或者进行防静电处理。

10.6 联系客户取主板

如维修完成时间与预约完成时间减少或需要延长，必需提前通知客户更改取机时间。客户取机时，需携带“取机凭证”并收回。与客户一起对修复机器情况进行确认，并对外观、附带物品等进行确认，确认后收回取机凭证，并要求客户在凭证上进行签字确认。

1. 取机步骤

确保用户满意地离开就像一开始与用户建立良好的关系同样重要。所以同样需注意服务的规范性。而且要询问用户对我们的服务是否感到满意，是否还有别的需求。如果这时发现用户有不满意的感觉，我们还有机会进行弥补。

① 用户来取机时，请用户出示维修服务记录单用户联。可说“麻烦您把维修服务记录单给我好吗？”

② 接过维修服务记录单，请用户稍等。可说“请您稍等，我把机器拿出来。”取出相应维修单。从“等待取机”的仪器架上拿下该机器。

③ 请工程师验机，确保机器经验机一切功能正常。

④ 配置检查。

⑤ 将机器交还给用户。请用户在维修服务记录单上签字。可说“麻烦您在这里签收一下（用手指示维修服务记录单上“用户签收”一栏）。”

⑥ 主动寻求反馈，了解用户有无其他要求，我们是否能提供帮助，可说“还有其他问题吗？”

⑦ 向用户介绍本公司客户支持热线的联系方法，解除用户后顾之忧。可说“我们的联系电话是……。有什么问题，请随时与我们联系”（或发给用户名片）。

⑧ 向用户道别。

⑨ 对于因特殊情况没有当场验机的用户，要在维修服务记录单上做标注，并在一、二天后做电话回访，询问机器使用情况。

2. 取机验机

① 当着用户的面验机。

② 针对故障点验机，确定故障排除。

③ 对机器做全面功能测试，确保机器功能正常。如是打印机，还需联机测试。

④ 向用户解释故障产生原因。

⑤ 向用户介绍产品使用常识及维护方法。

⑥ 确认用户机器配置一致，附件完整无损。

⑦ 询问用户是否有其他要求。

⑧ 验机完毕请协调员办理取机手续。

注意：

在用户把机器取走前一定要验机，确保机器一切功能正常并请用户签字认可。这样可避免因机器未彻底修复造成用户不满意或投诉。

3. 维修学用附件

附件 1：故障维修服务申请单

附件 2：维修记录单

附件 3：维修取机凭证

附件 4：主板测试报告

附件 1

XXXX 公司故障维修服务申请单

客户信息（客户填写）

客户姓名：	电话：	传真：	客户类型：	E-mail：
单位名称：	通信地址：			邮编：

机器配置（维修机构填写）	□整机	□部件	
机器品牌：	□内存	□硬盘	□开机密码
机器型号：	□电源	□电池	□包、附件
机器序号：	□光驱	□LCD	□其他

客户自述故障现象：
接机检测故障现象：
*请客户确认：
① 已认真阅读并完全了解服务单背面维修声明条款。
② 故障现象描述内容与实际看到一致。
*用户签字： 业务代表： 接机人签字： 日期：

故障及维修信息（维修机构填写）
维修性质：□硬件 □软件 □保内 □保外________________________________
维修类型：□A:主板维修 □B:附件维修 □C:BGA 维修 □D:换件维修 □E:批量维修
故障处理过程：____________________________________ 开始时间：________
____________________________________ 结束时间：________
备注：____ 工程师签字：______
备件更换名称： 备件型号： 出库单号： 出库日期： 旧件返回：
*__________ ________ ________ ________ ________
*__________ ________ ________ ________ ________
*__________ ________ ________ ________ ________
日期：________ 测试开始时间：_________ 测试结束时间：_______ 检验员：_____
测试结果：□已修复 □未修复 备注：__________________________________
收费金额：______________ 维修站经理签字：_____________ 备注：___________

客户反馈信息（客户填写）
客户满意度调查：
感谢您成为 XXXXXX 客户！
您对本次维修服务的满意度：□非常满意 □满意 □不满意 □非常不满意
您的建议：
取机人签字： 日期： 备注：

存根联（白） 维修联（蓝） 业务联（绿） 客户联（粉）
XXXXXX 技术电话：68480044 盖章处

附件 2

维修记录单
编号：

报修单位		报修时间	
故障描述			
故障分析			
故障解决情况			
配件更换情况	物品名称		数量
维修人签名		日期	

附件 3

XXXX 维修取机凭证

用户信息					
联 系 人：					
联系电话：		移动电话：		家庭电话：	
单位名称：		E-mail：			
联系地址：					
产品信息					
名　　称：		型　　号：			
编　　号：					
附件说明：					
外观说明：					
问题描述：					
请阅读并理解下述维修声明，您在产品信息栏的签名表面您充分理解并完全接受该维修声明： ① 用户应对数据的安全性自行负责，请用户在维修前做好数据备份，XXX 不承担数据、程序或可移动存储介质的损坏或丢失的责任。 ② 用户应在收到取机通知后 XX 内到 XXX 取机，逾期不取的，XXX 不对维修产品的毁损风险承担任何责任。 工程师签名：　　　　　　　　　　　　日期和时间：					

XXXX 维修取机凭证

用户信息					
联 系 人：					
联系电话：		移动电话：		家庭电话：	
单位名称：		E-mail：			
联系地址：					
产品信息					
名　　称：		型　　号：			
编　　号：					
附件说明：					
外观说明：					
问题描述：					
客户签名：　　　　　　　　　　日期和时间：					

附件 4

主板测试报告

名　　称		规格型号	
测试原因			
编码			
测试任务负责人		测试人员	
测试开始日期		测试周期	
测试结论			
注意事项			
测试环境			
部件名称	规格型号（*数量）		
CPU			
CPU 散热器			
主板			
内存			

（续表）

名　　称		规格型号	
系统硬盘			
数据硬盘			
显卡			
RAID 卡			
电源			
视音频板卡			
其他板卡（网卡、光纤卡）			
机箱			
后面板			
线材			
操作系统（补丁）			
应用软件			
目测			
测试项目	测试结果	测试项目	测试结果
外观		焊点	
接口		插槽	
主板测试			
测试项目	测试分项	测试结果	标准
结构测试	主板接口测试		正常连接
	扩展卡安装		无干涉
	开机 BIOS 检测		自检正常
	安装驱动		可正常安装，无未知设备
CPU 测试	Bios 自检		正常识别，无报错
内存测试	Bios 自检		正常识别，无报错
硬盘测试	Bios 自检		正常识别，无报错
显卡测试			正常识别，无报错
板卡测试			正常识别，无报错
其他扩展卡测试			正常识别，功能有效
散热器测试	温控是否有效		可调速
REBOOT 软件测试	设定时间，reboot 10 次		可正常重启
开关机测试	冷启 10 次		可正常启动
外部 I/O 接口测试			
1394 接口	设备管理器中能够正常识别		正常识别
网卡接口测试	网络文件拷贝 4G 大小文件		正常拷贝
	多文件网络拷贝		正常拷贝
声卡接口测试	测试前置声卡输出		无杂音
	后置声卡输出		无杂音
USB 接口测试	接口标准测试		要求 USB 2.0/3.0 接口
	4G 数据拷贝测试		拷贝正常
串口测试	BurnInTest 软件测试		无报错
整机散热性能测试（环境温度要求：35℃±2℃　湿度要求：80%±10%）			
测试项目	标准		测试结果
室温状态	各部件功能良好，性能无下降；无死机，蓝屏现象；各部件温度在设计规范内		
高温状态	各部件功能良好，性能无下降；无死机，蓝屏现象；各部件温度在设计规范内		
稳定性测试（拷机）			
测试项目	标准		测试结果
满负载 6～8 小时	通过无死机，蓝屏现象		

第 11 章　主板维修工具的使用

主板芯片级维修中常用工具主要包括万用表、示波器、电烙铁、热风焊台、直流稳压可调电源、吸锡器、主板故障诊断卡、螺丝刀、钳子、防静电镊子等。

11.1　万用表的使用

1. 电压的测量

（1） 直流电压的测量，如电池、随身听电源等。首先将黑表笔插进“com”孔，红表笔插进“V Ω”。把旋钮旋到比估计值大的量程（注意：表盘上的数值均为最大量程，“V－”表示直流电压挡，“V～”表示交流电压挡，“A”是电流挡），接着把表笔接电源或电池两端；保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取，若显示为“1.”，则表明量程太小，那么就要加大量程后再测量。如果在数值左边出现“-”，则表明表笔极性与实际电源极性相反，此时红表笔接触的是负极。

（2） 交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样，不过应该将旋钮旋到交流挡“V～”处所需的量程即可。交流电压无正负之分，测量方法跟前面相同。无论测交流还是直流电压，都要注意人身安全，不要随便用手触摸表笔的金属部分。

2. 电流的测量

（1） 直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200 mA 的电流，则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮旋到直流“10 A”挡；若测量小于 200 mA 的电流，则将红表笔插入“200 mA”插孔，将旋钮旋到直流 200 mA 以内的合适量程。调整好后，就可以测量了。将万用表串进电路中，保持稳定，即可读数。若显示为“1.”，那么就要加大量程；如果在数值左边出现“-”，则表明电流从黑表笔流进万用表。

（2） 交流电流的测量。测量方法与 1 相同，不过挡位应该打到交流挡位，电流测量完毕后应将红表笔插回“VΩ”孔，若忘记这一步而直接测电压，你的表或电源有可能被烧毁哦！

3. 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“VΩ”孔中，把旋钮旋到“Ω”中所需的量程，用表笔接在电阻器两端金属部位，测量中可以用手接触电阻器，但不要把手同时接触电阻器两端，这样会影响测量精确度的——人体是电阻值很大但是有限大的导体。读数时，要保持表笔和电阻器有良好的接触；注意单位：在“200”挡时单位是“Ω”，在“2 k”到“200 k”挡时单位为“kΩ”，“2M”以上的单位是“MΩ”。

4. 二极管的测量

数字式万用表可以测量发光二极管，整流二极管……测量时，表笔位置与电压测量一样，将旋钮旋到“V–”挡；用红表笔接触二极管的正极，黑表笔接触负极，这时会 显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降是 0.2 V 左右，普通硅整流管（1N4000、1N5400 系列等）约为 0.7 V，发光二极管约为 1.8～2.3 V。调换表笔，显示屏显示“1.”则为正常，因为二极管的反向电阻值很大，否则此管已被击穿。

5. 三极管的测量

表笔插位同上；其原理同二极管。先假定 A 脚为基极，用黑表笔与该脚相接触，红表笔与其他两脚分别接触其他两脚；若两次读数均为 0.7 V 左右，然后再用红表笔接 A 脚，黑表笔接触其他两脚，若均显示“1.”，则 A 脚为基极，否则需要重新测量，且此管为 PNP 型管。那么集电极和发射极如何判断呢？数字表不能像指针表那样利用指针摆幅来判断，那怎么办呢？我们可以利用“hFE”挡来判断：先将挡位打到“hFE”挡，可以看到挡位旁有一排小插孔，分为 PNP 型和 NPN 型管的测量。前面已经判断出管型，将基极插入对应管型“b”孔，其余两脚分别插入“c”，“e”孔，此时可以读取数值，即 β 值；再固定基极，其余两脚对调；比较两次读数，读数较大的管脚位置与表面“c”，“e”相对应。

小技巧：上法只能直接对如 9000 系列的小型管测量，若要测量大型管，可以采用接线法，即用小导线将三个管脚引出，这样方便了很多哦。

6. MOS 场效应晶体管的测量

N 沟道的有国产的 3D01，4D01，日产的 3SK 系列。G 极（栅极）的确定：利用万用表的二极管挡。若某脚与其他两脚间的正反压降均大于 2 V，即显示“1.”，此脚即为栅极 G。再交换表笔测量其余两脚，压降小的那次中，黑表笔接触的是 D 极（漏极），红表笔接触的是 S 极（源极）。

万用表各个挡位的使用方法。

（1） 电压挡。

在检测或制作时，可以用来测量器件的各脚电压，与正常时的电压比较，即可得出是否损坏。还可以用来检测稳压值较小的稳压二极管的稳压值，其原理是 R 为 1 kΩ，电源端的电压视稳压管的标称稳压值而定，一般比标称电压大 3 V 以上，但不要超过 15 V。再用万用表检测 D 管两端电压值，此值即为 D 管实际稳压值。

（2） 电流挡。

将表串入电路中，对电流进行测量和监视，若电流远偏离正常值（凭经验或原有正常参数），必要时可以调整电路或者需要检修。还可以利用该表的 20 A 挡测量电池的短路电流，即将两表笔直接接在电池两端。切记时间绝对不要超过 1 秒！注意：此方法只适用于干电池，5 号，7 号充电电池，且初学者要在熟悉维修的人员指导下进行，切不可自行操作！根据短路电流即可判断电池的性能，在满电的同种电池的情况下，短路电流越大越好。

（3） 电阻挡。

可用于判断电阻器，二极管，三极管好坏的方法之一。对于电阻器其实际电阻值偏离标称值过多时则已损坏。对于二、三极管，若任两脚间的电阻值都不为很大值（几百 kΩ以

上），则可认为性能下降或者已击穿损坏，注意此三极管是不带电阻器的。此法也可用于集成芯片，需要说明的是：集成块的测量只能和正常时参数做比较。

11.2　示波器的使用

数字示波器不仅具有多重波形显示、分析和数学运算功能，波形、设置、CSV 和位图文件存储功能，自动光标跟踪测量功能，波形录制和回放功能等，还支持即插即用 USB 存储设备和打印机，并可通过 USB 存储设备进行软件升级等。

数字示波器前面板各通道标志、旋钮和按键的位置及操作方法与传统示波器类似。现以 DS1000 系列数字示波器为例予以说明。

11.2.1　DS1000 系列数字示波器前操作面板简介

DS1000 系列数字示波器前操作面板如图 11-1 所示。按功能前面板可分为 8 大区，即液晶显示区、功能菜单操作区、常用菜单区、执行按键区、垂直控制区、水平控制区、触发控制区、信号输入/输出区等。

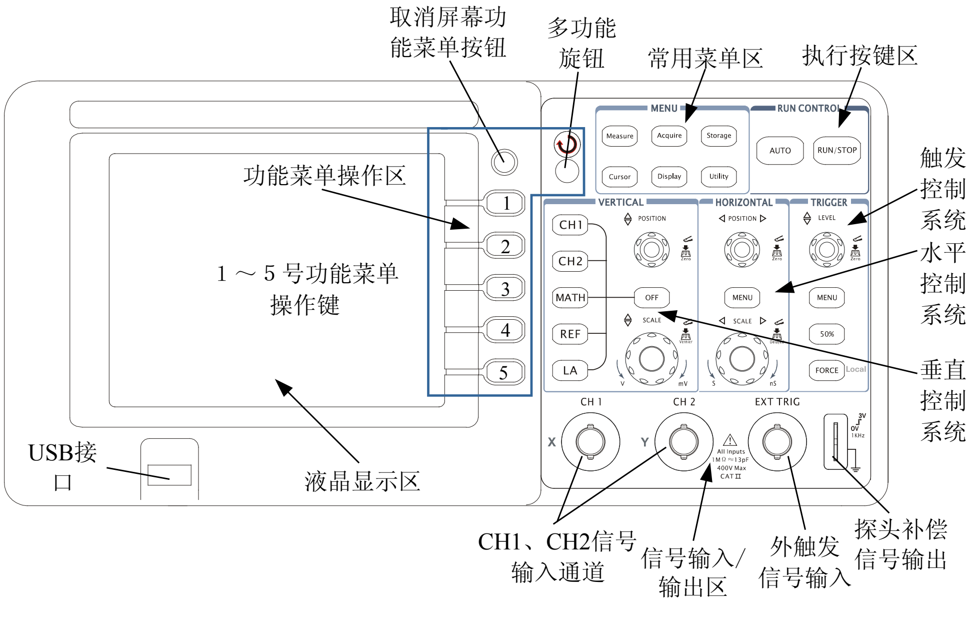


图 11-1　DS1000 系列示波器前操作面板

功能菜单操作区有 5 个按键，1 个多功能旋钮和 1 个按钮。5 个按键用于操作屏幕右侧的功能菜单及子菜单；多功能旋钮用于选择和确认功能菜单中下拉菜单的选项等；按钮用于取消屏幕上显示的功能菜单。

常用菜单区如图 11-2 所示。按下任一按键，屏幕右侧会出现相应的功能菜单。通过功能菜单操作区的 5 个按键可选定功能菜单的选项。功能菜单选项中有“◁”符号的，标明该选项有下拉菜单。下拉菜单打开后，可转动多功能旋钮（↻）选择相应的项目并按下予以确认。功能菜单上、下有“▲”、“▼”符号，表明功能菜单一页未显示完，可操作

按键上、下翻页。功能菜单中有↻，表明该项参数可转动多功能旋钮进行设置调整。按下取消功能菜单按钮，显示屏上的功能菜单立即消失。

执行按键区有 AUTO（自动设置）和 RUN/STOP（运行/停止）2 个按键。按下 AUTO 按键，示波器将根据输入的信号，自动设置和调整垂直、水平及触发方式等各项控制值，使波形显示达到最佳适宜观察状态，如需要，还可进行手动调整。按 AUTO 后，菜单显示及功能如图 11-3 所示。RUN/STOP 键为运行/停止波形采样按键。运行（波形采样）状态时，按键为黄色；按一下按键，停止波形采样且按键变为红色，有利于绘制波形并可在一定范围内调整波形的垂直衰减和水平时基，再按一下，恢复波形采样状态。注意：应用自动设置功能时，要求被测信号的频率大于或等于 50 Hz，占空比大于 1%。

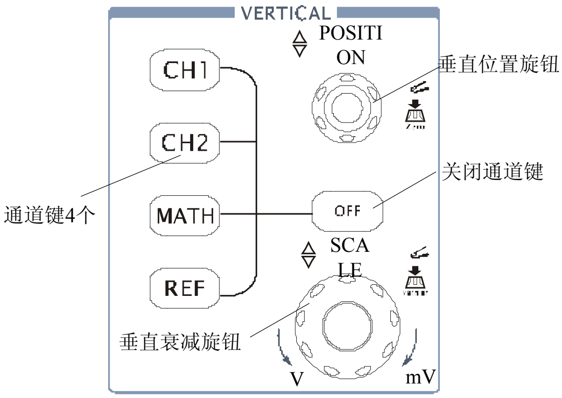


图 11-4　垂直系统操作区

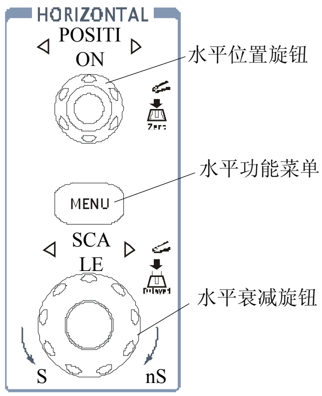


图 11-5　水平系统操作区

触发系统操作区如图 11-6 所示，主要用于触发系统的设置。转动◎LEVEL 触发电平设置旋钮，屏幕上会出现一条上下移动的水平黑色触发线及触发标志，且左下角和上状态栏最右端触发电平的数值也随之发生变化。停止转动◎LEVEL 旋钮，触发线、触发标志及左下角触发电平的数值会在约 5 秒后消失。转动◎LEVEL 旋钮触发电平快速恢复到零点。按 MENU 键可调出触发功能菜单，改变触发设置。50%按钮，设定触发电平在触发信号幅值的垂直中点。按 FORCE 键，强制产生一触发信号，主要用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

信号输入/输出区如图 11-7 所示，“CH1”和“CH2”为信号输入通道，EXT TREIG 为外触发信号输入端，最右侧为示波器校正信号输出端（输出频率 1kHz、幅值 3 V 的方波信号）。

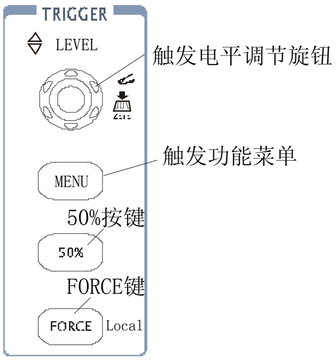


图 11-6　触发系统操作区

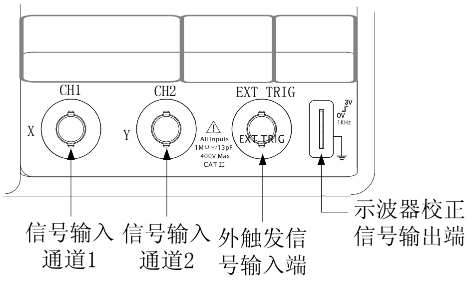


图 11-7　信号输入/输出区

11.2.2　DS1000 系列数字示波器显示界面说明

DS1000 系列数字示波器显示界面如图 11-8 所示，它主要包括波形显示区和状态显示区。液晶屏边框线以内为波形显示区，用于显示信号波形、测量数据、水平位移、垂直位移和触发电平值等。位移值和触发电平值在转动旋钮时显示，停止转动 5s 后则消失。显示屏边框线以外为上、下、左 3 个状态显示区（栏）。下状态栏通道标志为黑底的是当前选

定通道，操作示波器面板上的按键或旋钮只有对当前选定通道有效，按下通道按键则可选定被按通道。状态显示区显示的标志位置及数值随面板相应按键或旋钮的操作而变化。

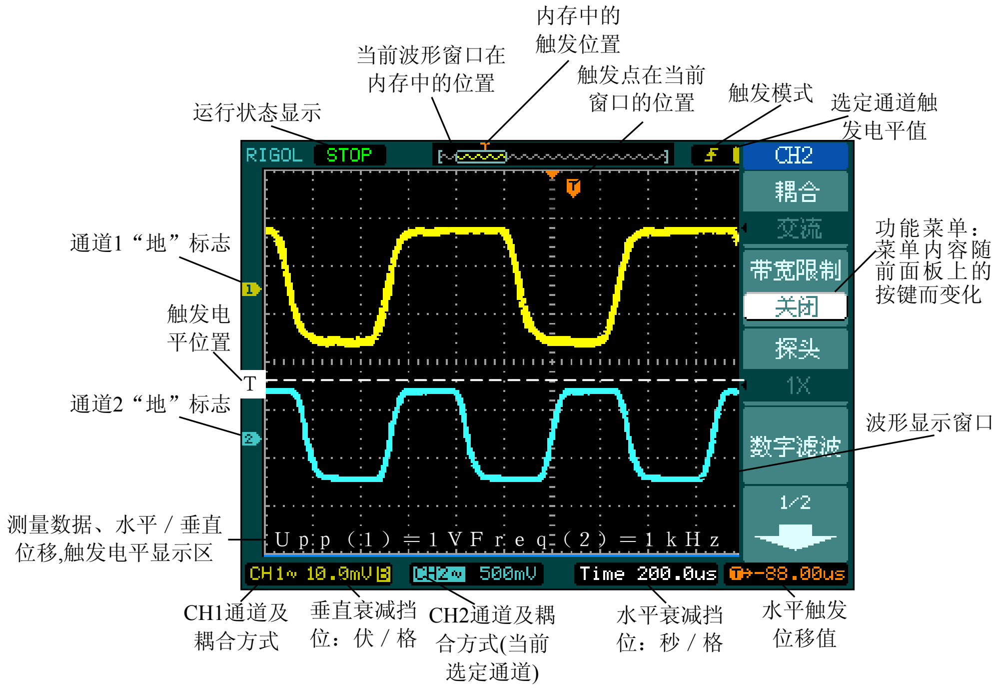


图 11-8　DS1000 系列数字示波器显示界面

11.2.3　使用要领和注意事项

（1）　信号接入方法，以 CH1 通道为例介绍信号接入方法。

① 将探头上的开关设定为 10X，将探头连接器上的插槽对准 CH1 插口并插入，然后向右旋转拧紧。

② 设定示波器探头衰减系数。探头衰减系数改变仪器的垂直挡位比例，因而直接关系测量结果的正确与否。默认的探头衰减系数为 1X，设定时必须使探头上的黄色开关的设定值与输入通道“探头”菜单的衰减系数一致。衰减系数设置方法是：按 CH1 键，显示通道的功能菜单，如图 11-9 所示。按下与探头项目平行的 3 号功能菜单操作键，转动⟲选择与探头同比例的衰减系数并按下⟲予以确认，此时应选择并设定为 10X。

③ 把探头端部和接地夹接到函数信号发生器或示波器校正信号输出端。按 AUTO（自动设置）键，几秒钟后，在波形显示区即可看到输入函数信号或示波器校正信号的波形。

用同样的方法检查并向 CH2 通道接入信号。

（2）　为了加速调整，便于测量，当被测信号接入通道时，可直接按 AUTO 键以便立即获得合适的波形显示和挡位设置等。

（3）　示波器的所有操作只对当前选定（打开）通道有效。通道选定（打开）方法是：按 CH1 或 CH2 键即可选定（打开）相应通道，并且下状态栏的通道标志变为黑底。关闭通道的方法是：按 OFF 键或再次按下通道按钮当前选定通道即被关闭。

图 11-9　显示通道功能菜单

（4）　数字示波器的操作方法类似于操作计算机，其操作分为三个层次，第一层：按下前面板上的功能键即进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用；第二层：通过 5 个功能菜单操作键选定屏幕右测对应的功能项目或打开子菜单或转动多功能旋钮↻调整项目参数；第三层：转动多功能旋钮↻选择下拉菜单中的项目并按下旋钮↻对所选项目予以确认。

（5）　使用时应熟悉并通过观察上、下、左三个状态栏来确定示波器设置的变化和状态。

11.2.4　数字示波器的高级应用

1.　垂直系统的高级应用

（1）　通道设置。

该示波器 CH1 和 CH2 通道的垂直菜单是独立的，每个项目都要按不同的通道进行单独设置，但 2 个通道功能菜单的项目及操作方法则完全相同。现以 CH1 通道为例予以说明。

按 CH1 键，屏幕右侧显示 CH1 通道的功能菜单如图 11-9 所示。

① 设置通道耦合方式。

假设被测信号是一个含有直流偏移的正弦信号，其设置方法是：按 CH1→耦合→交流/直流/接地，分别设置为交流、直流和接地耦合方式，注意观察波形显示及下状态栏通道耦合方式符号的变化。

② 设置通道带宽限制。

假设被测信号是一含有高频振荡的脉冲信号。其设置方法是：按 CH1→带宽限制→关闭/打开。分别设置带宽限制为关闭/打开状态。前者允许被测信号含有的高频分量通过，后者则阻隔大于 20 MHz 的高频分量。注意观察波形显示及下状态栏垂直衰减挡位之后带宽限制符号的变化。

③ 调节探头比例。

为了配合探头衰减系数，需要在通道功能菜单调整探头衰减比例。如探头衰减系数为 10∶1，示波器输入通道探头的比例也应设置成 10X ，以免显示的挡位信息和测量的数据发生错误。探头衰减系数与通道“探头”菜单设置要求见表 11-1 所示。

表 11-1 通道“探头”菜单设置表

探头衰减系数	通道“探头”菜单设置
1∶1	1×
10∶1	10×
100∶1	100×
1000∶1	1000×

④ 垂直挡位调节设置。

垂直灵敏度调节范围为 2 mV/div 至 5 V/div。挡位调节分为粗调和微调两种模式。粗调以 2 mV/div、5 mV/div、10 mV/div、20 mV/div、…、5 V/div 的步进方式调节垂直挡位灵敏度。微调指在当前垂直挡位下进一步细调。如果输入的波形幅度在当前挡位略大于满刻度，而应用下一挡位波形显示幅度稍低，可用微调改善波形显示幅度，以利于观察信号的细节。

⑤ 波形反相设置。

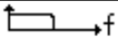
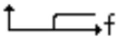
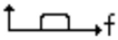
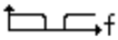
波形反相关闭，显示正常被测信号波形；波形反相打开，显示的被测信号波形相对于地电位翻转 180 度。

⑥ 数字滤波设置。

按数字滤波对应的4号功能菜单操作键，打开 Filter（数字滤波）子功能菜单，如图 11-10 所示。可选择滤波类型，见表 11-2 所示；转动多功能旋钮（↺）可调节频率上限和下限，设置滤波器的带宽范围等。

图 11-10 数字滤波器子功能菜单

表 11-2　数字滤波子菜单

功能菜单	设　定	说　明
数字滤波	关闭	关闭数字滤波器
	打开	打开数字滤波器
滤波类型		设置为低通滤波器
		设置为高通滤波器
		设置为带通滤波器
		设置为带阻滤波器
频率上限	（上限频率）	转动多功能旋钮 设置频率上限
频率下限	（下限频率）	转动多功能旋钮 设置频率下限
		返回上一级菜单

（2） MATH（数学运算）按键功能。

数学运算（MATH）功能菜单及说明如图 11-11 所示和表 11-3 所示。它可显示 CH1、CH2 通道波形相加、相减、相乘以及 FFT（傅立叶变换）运算的结果。数学运算结果同样可以通过栅格或光标进行测量。

图 11-11

表 11-3　MATH 功能菜单说明

功能菜单	设　定	说　明
操作	A＋B	信源A与信源B相加
	A－B	信源A与信源B相减
	A×B	信源A与信源B相乘
	FFT	FFT（傅立叶)数学运算
信源A	CH1	设置信源A为CH1通道波形
	CH2	设置信源A为CH2通道波形
信源B	CH1	设置信源B为CH1通道波形
	CH2	设置信源B为CH2通道波形
反相	打开	打开数学运算波形反相功能
	关闭	关闭数学运算波形反相功能

（3） REF（参考）按键功能。

在有电路工作点参考波形的条件下，通过 REF 按键的菜单，可以把被测波形和参考波形样板进行比较，以判断故障原因。

（4） 垂直◎POSITION 和◎SCALE 旋钮的使用。

① 垂直◎POSITION 旋钮调整所有通道（含 MATH 和 REF）波形的垂直位置。该旋钮的解析度根据垂直挡位而变化，按下此旋钮选定通道的位移立即回零即显示屏的水平中

心线。

② 垂直◎SCALE 旋钮调整所有通道（含 MATH 和 REF）波形的垂直显示幅度。粗调以 1—2—5 步进方式确定垂直挡位灵敏度。顺时针增大显示幅度，逆时针减小显示幅度。细调在当前挡位波形的显示幅度。按动垂直◎SCALE 旋钮，可在粗调、微调间切换。

调整通道波形的垂直位置时，屏幕左下角会显示垂直位置信息。

2. 水平系统的高级应用

（1） 水平◎POSITION 和◎SCALE 旋钮的使用。

① 转动水平◎POSITION 旋钮，可调节通道波形的水平位置。按下此旋钮触发位置立即回到屏幕中心位置。

② 转动水平◎SCALE 旋钮，可调节主时基，即秒/格（s/div）；当延迟扫描打开时，转动水平◎SCALE 旋钮可改变延迟扫描时基以改变窗口宽度。

（2） 水平 MENU 键。

按下水平 MENU 键，显示水平功能菜单，如图 11-12 所示。在 X-Y 方式下，自动测量模式、光标测量模式、REF 和 MATH、延迟扫描、矢量显示类型、水平◎POSITION 旋钮、触发控制等均不起作用。

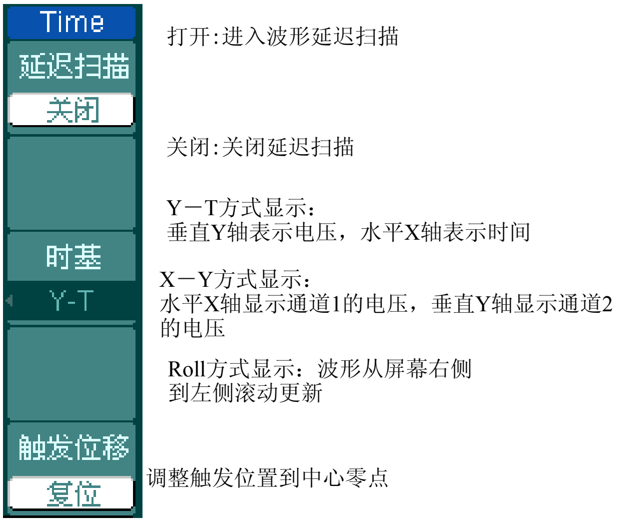


图 11-12 水平 MENU 键功能菜单

延迟扫描用来放大某一段波形，以便观测波形的细节。在延迟扫描状态下，波形被分成上、下两个显示区，如图 11-13 所示。上半部分显示的是原波形，中间黑色覆盖区域是被水平扩展的波形部分。此区域可通过转动水平◎POSITION 旋钮左右移动或转动水平◎SCALE 旋钮扩大和缩小。下半部分是对上半部分选定区域波形的水平扩展即放大。由于整个下半部分显示的波形对应于上半部分选定的区域，因此转动水平◎SCALE 旋钮减小选择区域可以提高延迟时基，即提高波形的水平扩展倍数。可见，延迟时基相对于主时基提高了分辨率。

按下水平◎SCALE 旋钮可快速退出延迟扫描状态。

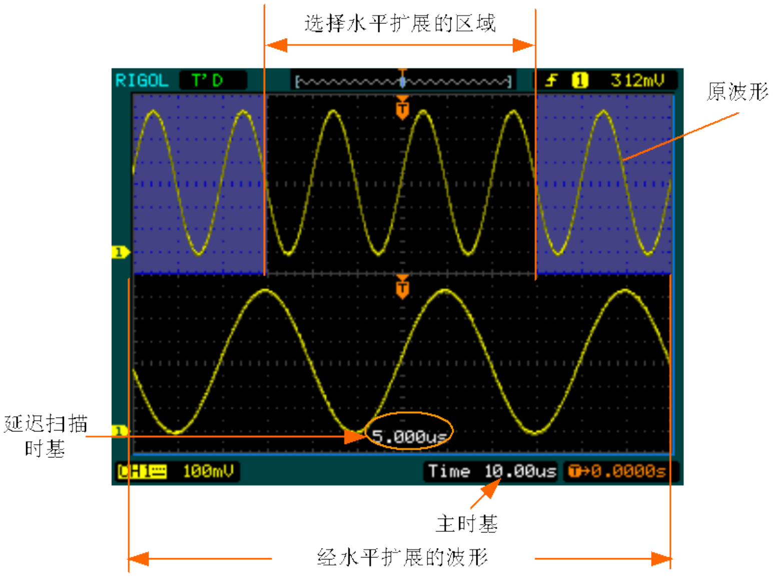


图 11-13　延迟扫描波形图

3. 触发系统的高级应用

触发控制区包括触发电平调节旋钮◎LEVEL、触发菜单按键 MENU、50%按键和强制按键 FORCE。

触发电平调节旋钮◎LEVEL：设定触发点对应的信号电压，按下此旋钮可使触发电平立即回零。

50%按键：按下触发电平设定在触发信号幅值的垂直中点。

FORCE 按键：按下强制产生一触发信号，主要用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

MENU 按键为触发系统菜单设置键。其功能菜单、下拉菜单及子菜单如图 11-14 所示。下面对主要触发菜单予以说明。

（1） 触发模式。

① 边沿触发：指在输入信号边沿的触发阈值上触发。在选择“边沿触发”后，还应选择是在输入信号的上升沿、下降沿还是上升和下降沿触发。

② 脉宽触发：指根据脉冲的宽度来确定触发时刻。当选择脉宽触发时。可以通过设定脉宽条件和脉冲宽度来捕捉异常脉冲。

③ 斜率触发：指把示波器设置为对指定时间的正斜率或负斜率触发。选择斜率触发时，还应设置斜率条件、斜率时间等，还可选择◎LEVEL 钮调节 LEVEL A、LEVEL B 或同时调节 LEVEL A 和 LEVEL B。

④ 交替触发：在交替触发时，触发信号来自于两个垂直通道，此方式适用于同时观察两路不相关信号。在交替触发菜单中，可为两个垂直通道选择不同的触发方式、触发类型等。在交替触发方式下，两通道的触发电平等信息会显示在屏幕右上角状态栏。

视频触发：选择视频触发后，可在 NTSC、PAL 或 SECAM 标准视频信号的场或行上

触发。视频触发时，触发耦合应设置为直流。

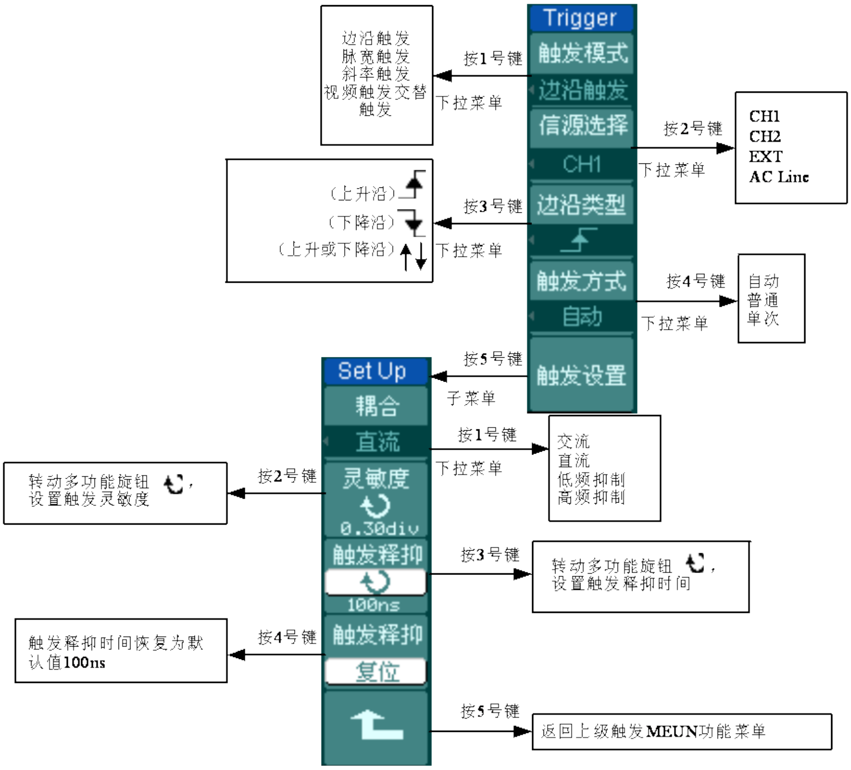


图 11-14　触发系统 MENU 菜单及子菜单

（2） 触发方式：触发方式有三种：自动、普通和单次。

① 自动：自动触发方式下，示波器即使没有检测到触发条件也能采样波形。示波器在一定等待时间（该时间由时基设置决定）内没有触发条件发生时，将进行强制触发。当强制触发无效时，示波器虽显示波形，但不能使波形同步，即显示的波形不稳定。当有效触发发生时，显示的波形将稳定。

② 普通：普通触发方式下，示波器只有当触发条件满足时才能采样到波形。在没有触发时，示波器将显示原有波形而等待触发。

③ 单次：在单次触发方式下，按一次“运行”按钮，示波器等待触发，当示波器检测到一次触发时，采样并显示一个波形，然后采样停止。

（3） 触发设置。

在 MEUN 功能菜单下，按 5 号键进入触发设置子菜单，可对与触发相关的选项进行设置。触发模式、触发方式、触发类型不同，可设置的触发选项也有所不同。

4. 采样系统的高级应用

在常用 MENU 控制区按 Acquire 键，弹出采样系统功能菜单。其选项和设置方法如图 11-15 所示。

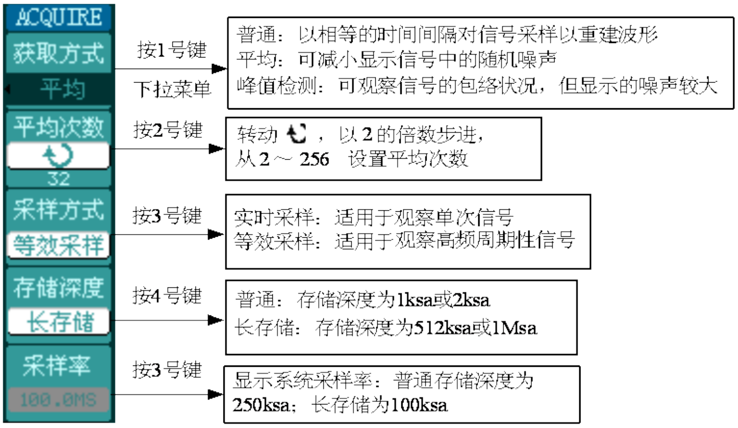


图 11-15　采样系统功能菜单的选项和设置

5.　存储和调出功能的高级应用

在常用 MENU 控制区按 STORAGE 键，弹出存储和调出功能菜单，如图 11-16 所示。通过该菜单及相应的下拉菜单和子菜单可对示波器内部存储区和 USB 存储设备上的波形和设置文件等进行保存、调出、删除操作，操作的文件名称支持中、英文输入。

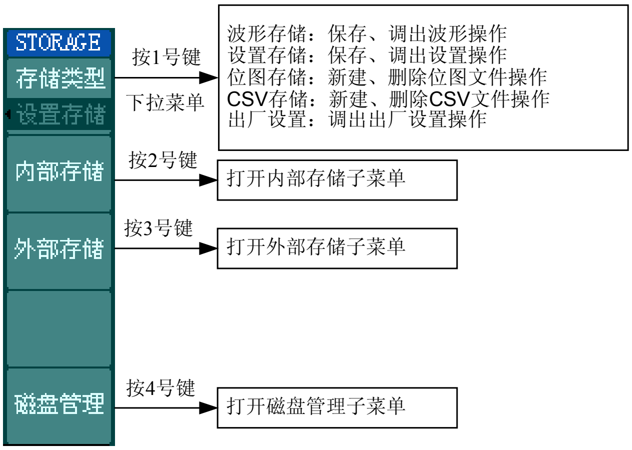


图 11-16　存储与调出功能菜单

存储类型选择“波形存储”时，其文件格式为 wfm，只能在示波器中打开；存储类型选择“位图存储”和“CSV 存储”时，还可以选择是否以同一文件名保存示波器参数文件（文本文件），“位图存储”文件格式是 bmp，可用图片软件在计算机中打开，“CSV 存储”文件为表格，Excel 可打开，并可用其“图表导向”工具转换成需要的图形。

“外部存储”只有在 USB 存储设备插入时，才能被激活进行存储文件的各种操作。

6.　辅助系统功能的高级应用

常用 MENU 控制区的 UTILITY 为辅助系统功能按键。在 UTILITY 按键弹出的功能菜单中，可以进行接口设置、打印设置、屏幕保护设置等，可以打开或关闭示波器按键声、

频率计等，可以选择显示的语言文字、波特率等，还可以进行波形的录制与回放等。

7. 显示系统的高级应用

在常用 MENU 控制区按 DISPLAY 键，弹出显示系统功能菜单。通过功能菜单控制区的 5 个按键及多功能旋钮可设置调整显示系统，如图 11-17 所示。

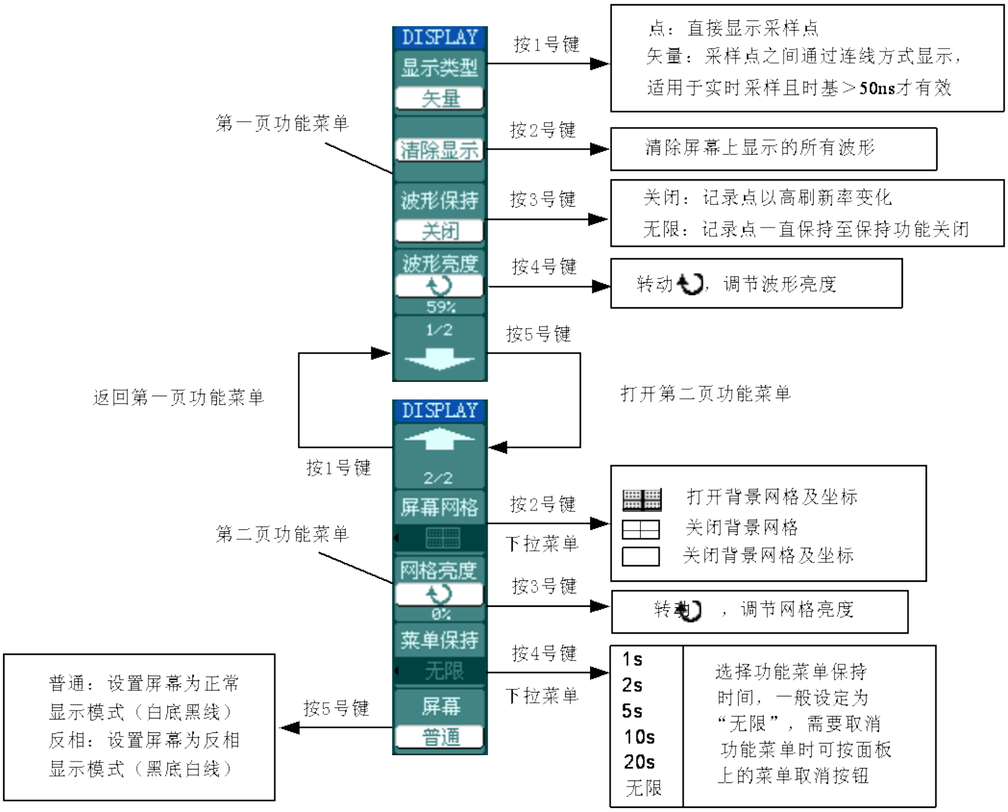


图 11-17　显示系统功能菜单、子菜单及设置

8. 自动测量功能的高级应用

在常用 MENU 控制区按 MEASURE（自动测量）键，弹出自动测量功能菜单，如图 11-18 所示。其中电压测量参数有：峰峰值（波形最高点至最低点的电压值）、最大值（波形最高点至 GND 的电压值）、最小值（波形最低点至 GND 的电压值）、幅值（波形顶端至底端的电压值）、顶端值（波形平顶至 GND 的电压值）、底端值（波形平底至 GND 的电压值）、过冲（波形最高点与顶端值之差与幅值的比值）、预冲（波形最低点与底端值之差与幅值的比值）、平均值（1 个周期内信号的平均幅值）、均方根值（有效值）共 10 种；时间测量有频率、周期、上升时间（波形幅度从 10%上升至 90%所经历的时间）、下降时间（波形幅度从 90%下降至 10%所经历的时间）、正脉宽（正脉冲在 50%幅度时的脉冲宽度）、负脉宽（负脉冲在 50%幅度时的脉冲宽度）、延迟 1→2↑（通道 1、2 相对于上升沿的延时）、延迟 1→2↓（通道 1、2 相对于下降沿的延时）、正占空比（正脉宽与周期的比值）、负占空比（负脉宽与周期的比值）共 10 种。

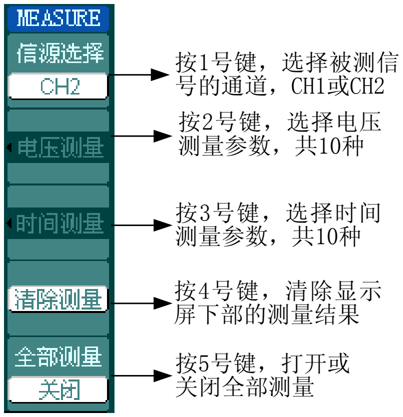


图 11-18　自动测量功能键菜单

自动测量操作方法如下。

（1）选择被测信号通道：根据信号输入通道不同，选择 CH1 或 CH2。按键顺序为 MEASURE→信源选择→CH1 或 CH2。

（2）获得全部测量数值：按键顺序为 MEASURE→信源选择→CH1 或 CH2→“5 号”菜单操作键，设置“全部测量”为打开状态。18 种测量参数值显示于屏幕下方。

（3）选择参数测量：按键顺序为 MEASURE→信源选择→CH1 或 CH2→“2 号”或“3 号”菜单操作键选择测量类型，转动旋钮查找下拉菜单中感兴趣的参数并转动旋钮予以确认，所选参数的测量结果将显示在屏幕下方。

（4）清除测量数值：在 MEASURE 菜单下，按 4 号功能菜单操作键选择清除测量。此时，屏幕下方所有测量值即消失。

9. 光标测量功能的高级应用

按下常用 MENU 控制区 CURSOR 键，弹出光标测量功能菜单如图 11-19 所示。光标测量有手动、追踪和自动测量三种模式。

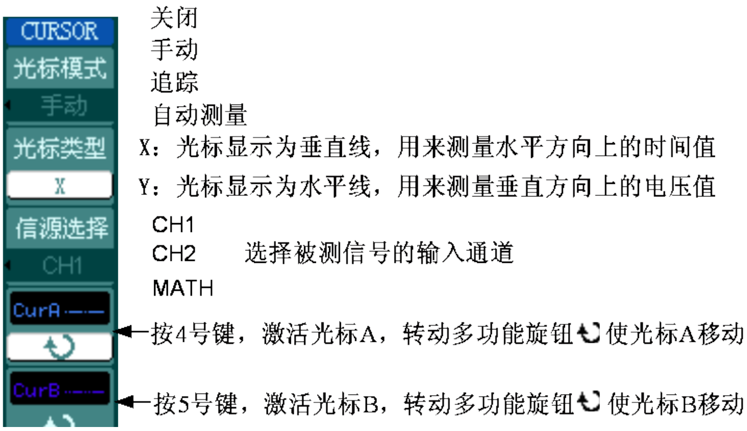


图 11-19　光标测量功能菜单

（1） 手动模式：光标 X 或 Y 成对出现，并可手动调整两个光标间的距离，显示的读数即为测量的电压值或时间值，如图 11-20 所示。

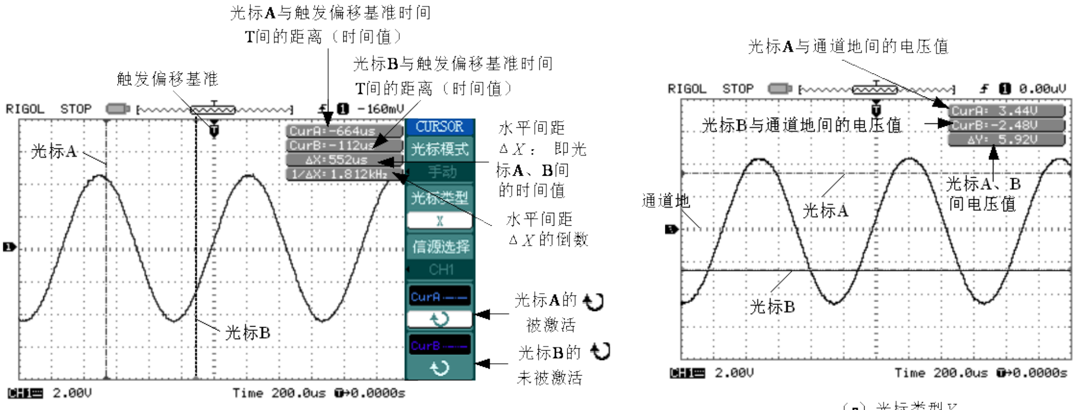


图 11-20 手动模式测量显示图

（2） 追踪模式：水平与垂直光标交叉构成十字光标，十字光标自动定位在波形上，转动多功能旋钮↻，光标自动在波形上定位，并在屏幕右上角显示当前定位点的水平、垂直坐标和两个光标间的水平、垂直增量。其中，水平坐标以时间值显示，垂直坐标以电压值显示，如图 11-21 所示。光标 A、B 可分别设定给 CH1、CH2 两个不同通道的信号，也可设定给同一通道的信号，此外光标 A、B 也可选择无光标显示。

在手动和追踪光标模式下，要转动↻ 移动光标，必须按下功能菜单项目对应的按键激活↻，使↻底色变白，才能左右或上下移动激活的光标。

（3） 自动测量模式：在自动测量模式下，屏幕上会自动显示对应的电压或时间光标，以揭示测量的物理意义，同时系统还会根据信号的变化，自动调整光标位置，并计算相应的参数值，如图 11-22 所示。光标自动测量模式显示当前自动测量参数所应用的光标。若没有在 MEASURE 菜单下选择任何自动测量参数，将没有光标显示。

图 11-21 光标追踪测量模式显示图

图 11-22 周期、频率自动测量光标显示图

11.3　电烙铁

1.　电烙铁的分类

（1）　外热式电烙铁。

一般由烙铁头、烙铁芯、外壳、手柄、插头等部分组成。烙铁头安装在烙铁芯内，用以热传导性好的铜为基体的铜合金材料制成。烙铁头的长短可以调整（烙铁头越短，烙铁头的温度就越高），且有凿式、尖锥形、圆面形、圆、尖锥形和半圆沟形等不同的形状，以适应不同焊接面的需要。外热式电烙铁外形如图 11-23 所示。

图 11-23　外热式电烙铁外形

（2）　内热式电烙铁。

由连接杆、手柄、弹簧夹、烙铁芯、烙铁头（也称铜头）五个部分组成。烙铁芯安装在烙铁头的里面（发热快，热效率高达 85%～100%以上）。烙铁芯采用镍铬电阻丝绕在瓷管上制成，一般 20W 电烙铁其电阻值为 2.4 kΩ左右，35 W 电烙铁其电阻值为 1.6 kΩ左右。常用的内热式电烙铁外形如图 11-24 所示。

图 11-24　内热式电烙铁外形

一般来说电烙铁的功率越大，热量越大，烙铁头的温度越高。焊接集成电路、印制线路板、CMOS 电路一般选用 20W 内热式电烙铁。使用的电烙铁功率过大，容易烫坏元器件（一般二、三极管结点温度超过 200℃时就会烧坏）和使印制导线从 PCB 板上脱落；使用

的电烙铁功率太小，焊锡不能充分熔化，焊剂不能挥发出来，焊点不光滑、不牢固，易产生虚焊。焊接时间过长，也会烧坏元器件，一般每个焊点在 1.5～4 s 内完成。

（3） 恒温电烙铁。

恒温电烙铁的烙铁头内，装有磁铁式的温度控制器，来控制通电时间，实现恒温的目的。在焊接温度不宜过高、焊接时间不宜过长的元器件时，应选用恒温电烙铁，但价格较高。

（4） 吸锡电烙铁。

吸锡电烙铁是将活塞式吸锡器与电烙铁融于一体的拆焊工具，它具有使用方便、灵活、适用范围宽等特点。不足之处是每次只能对一个焊点进行拆焊。

（5） 汽焊烙铁。

一种用液化汽、甲烷等可燃气体燃烧加热烙铁头的烙铁。适用于供电不便或无法供给交流电的场合。

（6） 防静电恒温电烙铁。

防静电恒温电烙铁是维修、精密电子产品维修专用设备，这种电烙铁的特点是防静电、恒温，而且温度可调，一般温度能在 200～480℃之间调整。

烙铁头可更换、可拆卸，方便了维修的需要。图 11-25 所示是一款防静电恒温电烙铁实物外形，由烙铁座、手柄、烙铁头、支架、清洁海绵等组成。

（7） 防静电恒温无铅电烙铁。

2006 年 7 月 1 日，欧盟环保令（RoHS 指令）正式生效，2007 年 3 月 1 日中国《电子信息产品污染控制管理办法》开始实施，含有铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯醚和多溴联苯等 6 种有害物质的电子信息产品将禁止在市场上流通。

无铅焊料的熔点比锡铅合金高出许多，在不影响元器件所受热冲击的情况下，可适当把电烙铁功率加大，以加快熔锡与上锡的速度，为了防止与铅锡合金焊料公用电烙铁出现污染，建议使用防静电恒温无铅电烙铁。

防静电恒温无铅电烙铁与防静电恒温电烙铁外形和功能基本差不多，就是功率略大，烙铁头性能更好。

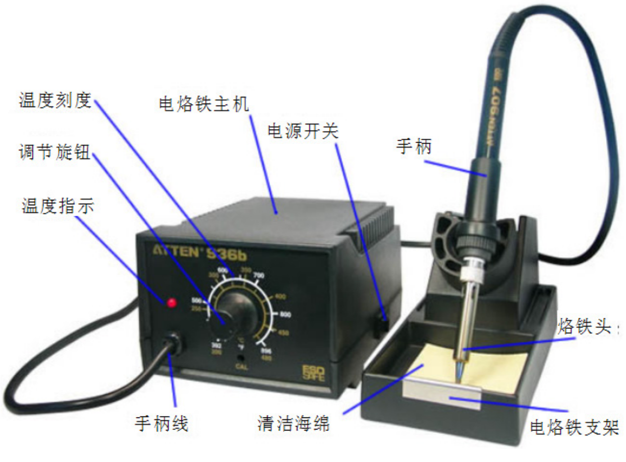


图 11-25 防静电恒温电烙铁实物外形

2. 电烙铁的选择

（1）选用电烙铁一般应遵循以下 3 个原则。

① 烙铁头的形状要适应被焊件物面要求和产品装配密度。

② 烙铁头的顶端温度要与焊料的熔点相适应，一般要比焊料熔点高 30～80℃（不包括在烙铁头接触焊接点时下降的温度）。

③ 电烙铁热容量要恰当。烙铁头的温度恢复时间要与被焊件物面的要求相适应。温度恢复时间是指在焊接周期内，烙铁头顶端温度因热量散失而降低后，再恢复到最高温度所需时间。它与电烙铁功率、热容量以及烙铁头的形状、长短有关。

（2）选择电烙铁的功率原则有如下 3 个方面。

① 焊接集成电路，晶体管及其他受热易损件的元器件时，考虑选用 20W 内热式或 25W 外热式电烙铁。

② 焊接较粗导线及同轴电缆时，考虑选用 50W 内热式或 45～75W 外热式电烙铁。

③ 焊接较大元器件时，如金属底盘接地焊片，应选 100W 以上的电烙铁。

在维修中，一般防静电恒温电烙铁都在 60W 以上，且温度可调节，完全能够满足日常维修需要。

3. 电烙铁的握法

电烙铁的握法分为三种。

（1）反握法：是用五指把电烙铁的柄握在掌内。此法适用于大功率电烙铁，焊接散热量大的被焊件。

（2）正握法：此法适用于较大的电烙铁，弯形烙铁头的一般也用此握法。

（3）握笔法：用握笔的方法握电烙铁，此法适用于小功率电烙铁，焊接散热量小的被焊件，如焊接 MP3 的印制电路板及其维修等。

电烙铁的握法如图 11-26 所示。

图 11-26　电烙铁的握法

4. 电烙铁使用前的处理

在使用前先通电给烙铁头“上锡”。首先要选择合适外形的烙铁头，然后接上电源，当烙铁头温度升到能熔锡时，将烙铁头在松香上沾涂一下，等松香冒烟后再沾涂一层焊锡，如此反复进行二至三次，使烙铁头的刃面全部挂上一层锡便可使用了。

电烙铁不宜长时间通电而不使用，这样容易使烙铁芯加速氧化而烧断，缩短其寿命，

同时也会使烙铁头因长时间加热而氧化，甚至被“烧死”不再“吃锡”。

5. 电烙铁使用注意事项

（1） 一般电烙铁的工作电压是 220 V，使用时一定要注意安全，经常检查电烙铁的电源线是否损坏，如有损坏应及时更换或用绝缘胶带包好损伤处。

（2） 电烙铁温度定期检测，避免温度出现误差。

（3） 发现电烙铁手柄松动要及时拧紧，否则容易把电源线与烙铁芯的引出线柱之间的连接线头绞断，发生脱落或短路；发现烙铁头松动要及时紧固；不准甩动使用中的电烙铁，以免焊锡溅出伤人。

（4） 烙铁头应经常保持清洁，使用时应在海绵上擦几下，以除去氧化层或污物，否则影响焊接，且海绵应保持湿润。

（5） 当电烙铁在长时间不使用的时候，应先将烙铁头在清洁海绵上擦拭干净，然后上一点新鲜的焊锡，在下次使用之前，将烙铁头在清洁海绵上擦试干净，重新上锡后使用。按以上方式进行操作，可最大限度的保证烙铁头的使用寿命。同时，海绵要清洗干净，海绵中含有金属颗粒或含硫都会损坏电烙铁。

（6） 电烙铁的清洗要在焊接工作前实施，如果 5 分钟以上不使用电烙铁，将烙铁头上锡后关闭电源。

6. 焊料

焊料是一种易熔金属，它能使元器件引线与印制电路板的连接点连接在一起。锡（Sn）是一种质地柔软、延展性大的银白色金属，熔点为 232 ℃，在常温下化学性能稳定，不易氧化，不失金属光泽，抗腐蚀能力强。

铅（Pb）是一种较软的浅青白色金属，熔点为 327 ℃，高纯度的铅耐大气腐蚀能力强，化学稳定性好，但对人体有害。锡中加入一定比例的铅和少量其他金属可制成熔点低、流动性好、对元件和导线的附着力强、机械强度高、导电性好、不易氧化、抗腐蚀性好、焊点光亮美观的焊料，一般称焊锡。焊锡按含锡量的多少可分为 15 种，按含锡量和杂质的化学成分分为 S、A、B 三个等级。手工焊接常用丝状焊锡。

在维修中一般选用 Sn63Pb37（锡 63%，铅 37%）、直径 0.5mm 的焊锡丝，这种焊锡丝的熔点为 183℃，焊锡内含有助焊剂。使其在焊接之后的残留物极少且具有相当高的绝缘阻抗，即使免洗也能拥有极高的可靠性。

7. 焊剂

（1） 助焊剂。

助焊剂在焊接工艺中能帮助和促进焊接过程，同时具有保护作用、阻止氧化反应的化学物质，可降低熔融焊锡的表面张力，有利于焊锡的湿润。助焊剂可分为固体、液体和气体。

在维修中，使用最多是助焊膏，这是一种黄色固态的膏体，根据焊接环境的不同分为有铅焊膏和无铅焊膏。

（2） 阻焊剂。

限制焊料只在需要的焊点上进行焊接，把不需要焊接的印制电路板的板面部分覆盖起

来，保护面板使其在焊接时受到的热冲击小，不易起泡，同时还起到防止桥接、拉尖、短路、虚焊等情况。

使用焊剂时，必须根据被焊件的面积大小和表面状态适量施用，用量过小则影响焊接质量，用量过多，焊剂残渣将会腐蚀元器件或使电路板绝缘性能变差。

8.　手工焊接的基本操作方法

（1）　对焊接点的基本要求。

① 焊点要有足够的机械强度，保证被焊件在受振动或冲击时不致脱落、松动。不能用过多焊料堆积，这样容易造成虚焊、焊点之间的短路。

② 焊接可靠，具有良好导电性，必须防止虚焊。虚焊是指焊料与被焊件表面没有形成合金结构。只是简单地依附在被焊金属表面上。

③ 焊点表面要光滑、清洁，焊点表面应有良好光泽，不应有毛刺、空隙、污垢，尤其是焊剂的有害残留物质，要选择合适的焊料与焊剂。

（2）　手工焊接五步法。

① 焊前准备

准备好电烙铁以及镊子、剪刀、斜口钳、尖嘴钳、焊料、焊剂等工具及辅助材料，将电烙铁及焊件挂锡，左手握焊料，右手握电烙铁，保持随时可焊状态。

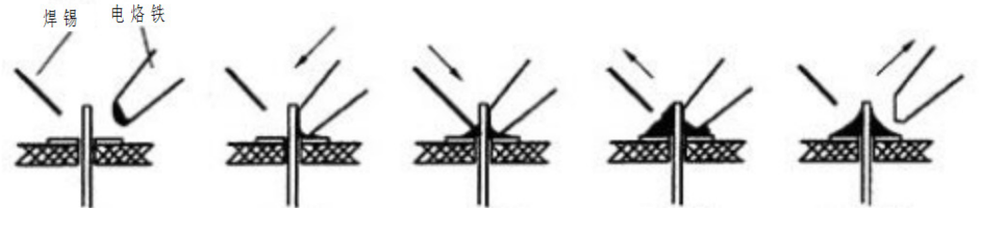
② 用电烙铁加热备焊件。

③ 送入焊料，熔化适量焊料。

④ 移开焊料。

⑤ 当焊料流动覆盖焊接点时，迅速移开电烙铁。

掌握好焊接的温度和时间，在焊接时，要有足够的热量和温度。如温度过低，焊锡流动性差，很容易凝固，形成虚焊；如温度过高，将使焊锡流淌，焊点不易存锡，焊剂分解速度加快，使金属表面加速氧化，并导致印制电路板上的焊盘脱落。尤其在使用天然松香做助焊剂时，锡焊温度过高，很易氧化脱皮而产生炭化，造成虚焊。手工焊接五步法的操作方法如图 11-27 所示。



（a）准备　　（b）加热　　（c）加焊锡　　（d）去焊锡　　（d）去电烙铁

图 11-27　手工焊接五步法

9.　电子元器件焊接工艺

（1）　焊接。

① 准备。

准备好被焊工件，电烙铁加温到工作温度，烙铁头保持干净。一手握电烙铁，一手抓焊锡丝，烙铁头同时接触器件引线和焊盘。电烙铁的工作环境与工作温度如表 11-4 所示。

表 11-4　电烙铁的工作环境与工作温度

工作环境	电烙铁温度	
	摄氏度	华氏度
一般锡丝熔点	183～215℃	361～419℉
正常工作温度	270～320℃	518～608℉
生产线使用温度	300～380℃	572～716℉

② 加热。

焊锡丝接触烙铁头后马上移开，利用少量焊锡加大烙铁头与焊盘和引线的接触面积，使包括器件端子和焊盘在内的整个焊件全体均匀受热，时间大概为 1～2 秒为宜。

③ 加焊锡丝。

移开的焊锡丝送到烙铁头对面接触引线，通过引线使焊锡丝融化。

④ 移去焊锡丝和烙铁头。

熔入适量焊锡，此时焊件已充分吸收焊锡并形成一层薄薄的焊料层，迅速移去焊锡丝。在助焊剂（锡丝内含有）还未挥发完之前，迅速移走电烙铁。

电烙铁撤离方向以与轴向成 45°角的方向撤离。撤离电烙铁时，回收动作要迅速，以免形成拉尖。

以上从放电烙铁到焊件上至移去电烙铁，整个过程以 2～3 秒为宜。时间太短，焊接不牢靠；时间太长容易损坏元器件和焊盘。

（2） 拆卸。

用烙铁头尽量接触引线，使器件通孔中的焊锡完全融化；用镊子夹住元件，待焊锡完全融化后拆开元件。

（3） 焊盘整理。

调整电烙铁温度至 300～360 ℃之间，并使烙铁头保持干净。吸锡线放在待清理焊盘上，烙铁头放在吸锡线上，利用吸锡线的吸引力吸走通孔内的多余焊锡。

用清洗剂清洗焊盘。

注意：

利用吸锡线吸取多余焊锡时不要拖动吸锡线，避免造成焊盘的脱落。

10. 电烙铁使用要领

（1） 焊锡不能太多，能浸透接线头即可。一个焊点要求一次成功，如果需要补焊时，一定要待两次焊锡一起熔化后方可移开烙铁头。如焊点焊得不光洁，可加焊锡线补焊，直至满意为止。

（2） 焊锡冷却过程中不能晃动焊件，否则容易造成虚焊。

（3） 保持焊件表面和烙铁头清洁。

（4） 焊锡量要合适，使用焊剂不要过量。过量的焊剂不仅增加了焊后清洗的工作量，

延长了工作时间，而且当加热不足时，会造成“夹渣”现象。合适的焊剂是熔化时仅能浸湿将要形成的焊点，不要流到元件面或插孔里。

（5） 采用正确的加热方法和合适的加热时间。加热时要靠增加接触面积加快传热，不要用电烙铁对焊件加力，因为这样不但加速了烙铁头的损耗，还会对元器件造成损坏或产生不易察觉的隐患。所以要让烙铁头与焊件形成面接触而不是点或线接触，还应让焊件上需要焊锡浸润的部分受热均匀。加热时还应根据操作要求选择合适的加热时间，整个过程以 2～3 秒为宜。加热时间太长，温度太高容易使元器件损坏，焊点发白，甚至造成印刷线路板上铜箔脱落；而加热时间太短，则焊锡流动性差，很容易凝固，使焊点成“豆腐渣”状。

（6） 焊件要固定在焊锡凝固之前不要使焊件移动或振动，否则会造成“冷焊”，使焊点内部结构疏松，强度降低，导电性差。

（7） 电烙铁撤离有讲究，不要用烙铁头作为运载焊料的工具。电烙铁撤离要及时，而且撤离时的角度和方向对焊点的形成有一定的关系，一般电烙铁轴向成 45°角撤离为宜。因为烙铁头温度一般都在 300 多摄氏度，焊锡丝中的助焊剂在高温下容易分解失效，所以用烙铁头作为运载焊料的工具，很容易造成焊料的氧化，焊剂的挥发；在调试或维修工作中，必须用烙铁头沾焊锡焊接时，动作要迅速敏捷，防止氧化造成劣质焊点。

11. 贴片电阻器的拆除

（1） 选用尖嘴式的烙铁头，电烙铁温度调至 300～360℃之间。

（2） 烙铁头上锡，锡量为包裹住烙铁嘴为宜。

（3） 使用烙铁头直接接触待拆器件两端。

（4） 待器件焊点融化，利用锡的张力吸气并移除坏件，电烙铁在焊盘上停留的时间不要超过 3 秒。

12. 贴片电阻器的安装

（1） 电烙铁的温度调至约 300～360℃之间，如图 11-28 所示。

图 11-28　电烙铁温度调节

（2） 放置元件在对应的位置上，如图 11-29 所示。

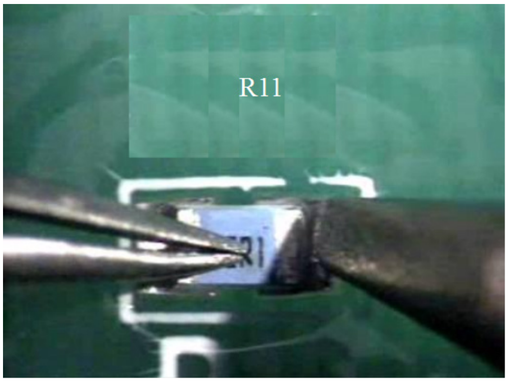


图 11-29　元件放置位置

（3） 左手用镊子夹持元件定位在焊盘上，右手用电烙铁将已上锡焊盘的锡熔化，将元件固定在焊盘上，如图 11-30 所示。

图 11-30　固定焊盘一端

（4） 用电烙铁头加焊锡到焊盘，将两端分别进行固定焊接，如图 11-31 所示。

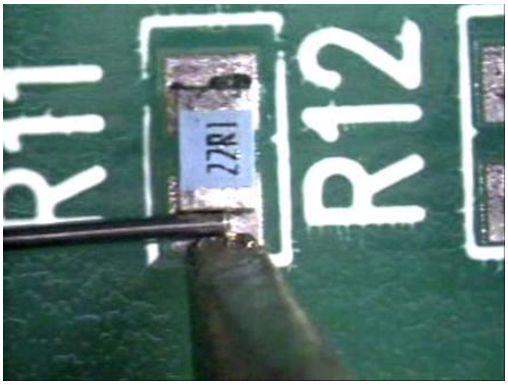


图 11-31　对元件进行焊接

（5）　焊好的元件，如图 11-32 所示。

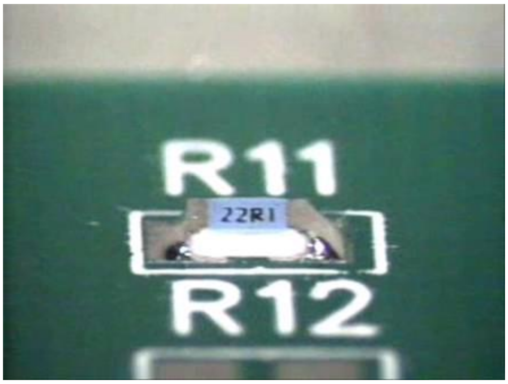


图 11-32　焊好的元件

注意：

焊接时间不超过 3 秒，焊接过程中不允许电烙铁头直接接触元件。

11.4　热风焊台的使用

热风枪是手机维修的重要维修设备之一，是一种贴片元件和贴片集成电路的拆卸、焊接工具，由于主板采用多层印制电路板，在焊接和拆卸时要特别注意通路孔，应避免印制电路与通路孔错开。更换元器件时，应避免焊接温度过高。有些金属氧化物互补型半导体（CMOS）对静电或高压特别敏感而易受损，在拆卸这类元器件时，必须放在接地的维修桌上做好有效的防护措施。

1.　热风枪面板功能

热风枪面板功能结构如图 11-33 所示。

图 11-33　热风枪面板功能结构

面板左下侧有一个风量调节钮，顺时针旋转可以使风枪口输出的风量变大，逆时针则减小。风量的调节范围共有 1～8 个挡，在同一温度（指显示温度）下，风量越小，风枪口送出的实际温度就越高，反之越低。

面板右侧下方是设定温度调节钮，可调范围在 100～480℃之间，顺时针旋动温度调节钮，可以提高热风枪输出的温度。右侧上方有一个显示屏，显示的是热风枪口送出的实际温度，按下显示屏右侧的按钮后显示设定的温度。

2. 焊接准备

拆卸贴片元件和贴片集成电路、BGA 芯片前要准备好以下工具。

（1） 热风枪：用于拆卸和焊接贴片元件、贴片集成电路。

（2） 电烙铁：用以焊接或补焊贴片元件、贴片集成电路。

（3） 手指钳：拆卸时将贴片元件、贴片集成电路夹住；焊锡熔化后将元件取下；焊接时用于固定元件。

（4） 带灯放大镜：便于观察元件的位置。

（5） 维修平台：用以固定线路板。维修平台应可靠接地。

（6） 防静电手腕带：戴在手上，用以防止人身上的静电损坏手机元器件。

（7） 吹耳球：用以将元件周围的杂质吹跑。

（8） 助焊剂：可选用品牌助焊剂或松香水（酒精和松香的混合液），将助焊剂加入元件周围便于拆卸和焊接。

（9） 无水酒精或三氯甲烷：用以清洁线路板。

（10） 焊锡丝：焊接时使用。

（11） 抽风机：用于吸走焊接时助焊剂所挥发出的烟尘等。

（12） 植锡板：用于 BGA 芯片植锡，尽量选择优质植锡板。

（13） 锡浆：用于植锡，建议使用瓶装的进口锡浆，多为 0.5～1 公斤一瓶。

（14） 刮锡工具：用于刮除锡浆。可选用六件一套的助焊工具中的扁口刀。一般的植锡套装工具都配有钢片刮刀或胶条。

3. 热风枪基本操作方法

（1） 将热风枪电源插头插入电源插座，打开热风枪电源开关。

（2） 在热风枪喷头前 10cm 处放置一纸条，调节热风枪风量调节旋钮，当热风枪的风速在 1 至 8 挡变化时，观察热风枪的风力情况。

（3） 在热风枪喷头前 10cm 处放置一纸条，调节热风枪的温度调节旋钮，当热风枪的温度在 1 至 8 挡变化时，观察热风枪的温度情况。

（4） 操作完毕后，将热风枪电源开关关闭，此时热风枪将向外继续喷气，当喷气结束后再将热风枪的电源插头拔下。

4. 使用热风枪拆装元器件

（1） 直插元件的拆卸。

按上所述，使热风枪正常工作，根据焊盘大小换上合适的喷嘴，加热即可。根据不同的线路基板材料和不同的焊盘，选择合适的温度和风量。本方法适合多种单、双面板及各

种大小不同的焊点，如图 11-34 所示。

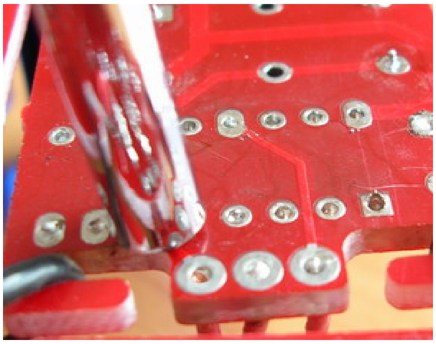


图 11-34　直插元件的拆焊

（2）贴片元件的拆装。

① 贴片元件的拆卸。

根据不同的线路基板材料选择合适的温度及风量，使喷嘴对准贴片元件的引脚，反复均匀加热，待达到一定温度后，用镊子稍加力量使其自然脱离主板。

② 贴片元件的安装。

在已拆贴片元件的位置上涂上一层助焊剂，然后把焊盘整平，用热风把助焊剂吹匀，对准位置，放好贴片元件，用镊子进行固定。使喷嘴对准贴片元件的引脚，反复均匀加热，待达到一定温度时，冷却几秒后移开镊子即可。

11.5　直流可调稳压电源的使用

1. 概述

XJ-W 系列稳压电源是一种便携式通用电源，其输出电压和输出电流都可以从 0 开始调整到额定值。主、从二路电源均采用悬浮输出方式，可以独立输出互不影响，也可以串联或并联输出。串联时，从路输出电压跟踪主路输出电压；并联时，输出电流为两路独立输出电流之和。

两路电源均具有稳压（CV）和稳流（CC）两种输出方式，这两种方式随负载变化而自动进行转换。

本电源在电路中设置了调整管功率损耗控制电路，从而有效地避免了当负载不慎短路时而可能造成的损坏。

2. 技术要求

（1）安全要求：

绝缘电阻值>2MΩ，泄漏电流值≤2 mA。

耐压：电源进线对机壳能承受 50 Hz，1500 V 交流电压，历时 1 分钟无击穿飞弧现象。

（2）使用环境：

0～40℃，相对湿度<90%。

（3） 输入电压：

AC 220 V，± 10%；50 Hz±2 Hz

（4） 输出电压：

连续可调（0～30 V）；输出电流：连续可调（0～2 A）。

（5） 电源效应：

CV 方式≤1×10^{-4}+0.5 mV； CC 方式≤2×10^{-4}+1 mA；

（6） 负载效应：

CV 方式≤5×10^{-4}+5 mV； CC 方式≤1×10^{-2} +5 mA。

（7） 周期与随机漂移（PARD）：

CV 方式≤10mV r．m．s；CC 方式≤30mA r．m．s。

（8） 指示精度：

指针式 2.5 级；数码显式$3\frac{1}{2}$位。

3. 使用方法

各个控制件的使用及作用如图 11-35 和表 11-5 所示。

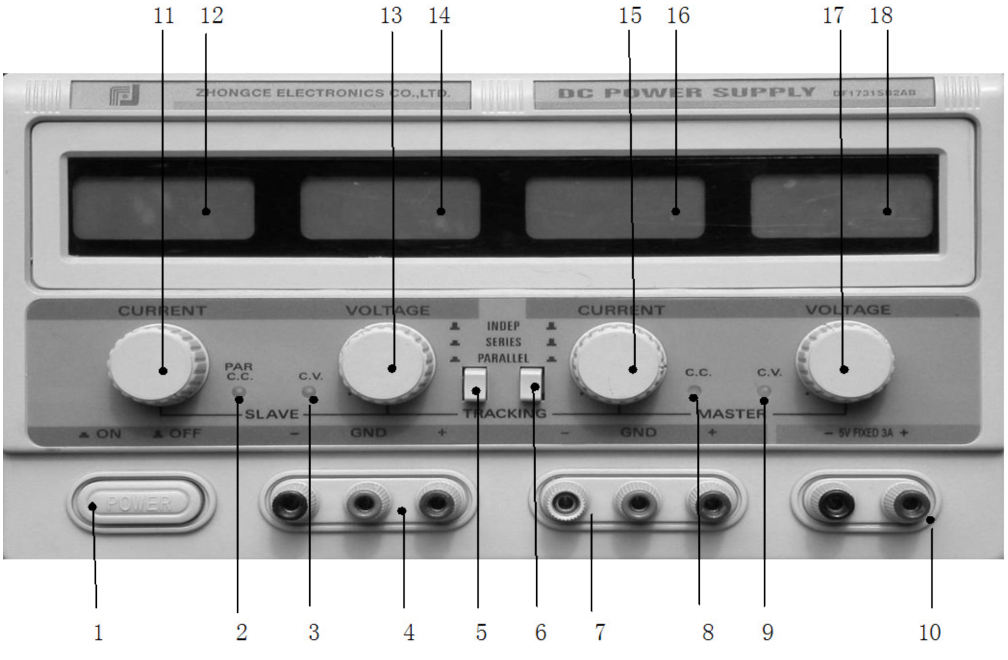


图 11-35 双路直流稳压电源面板控制说明

表 11-5 双路直流稳压电源面板控制说明

序 号	面板标志及作用
1	POWER 电源开关：按入时，电源接通
2	从路稳流状态指示灯：当从路电源处于稳流工作状态或主、从路电源处于并联状态时，此指示灯亮

（续表）

序　　号	面板标志及作用
3	从路稳压状态指示灯：　当从路电源处于稳压工作状态时，此指示灯亮
4	从路输出端口接线柱：红色“+”端，黑色“-”端，绿色接地端
5、6	主、从路电源独立、串联、并联使用控制开关 全部弹出：主、从路电源独立使用 全部按入：并联使用 5 按入，6 弹出：串联使用
7	主路输出端口接线柱：红色“+”端，黑色“-”端，绿色接地端
8	主路稳流状态指示灯
9	主路稳压状态指示灯
10	固定输出端：电压 5 V，电流 3 A
11	从路输出电流调节旋钮
12	显示从路输出电流
13	从路输出电压调节旋钮
14	显示从路输出电压
15	主路输出电流调节旋钮
16	显示主路输出电流
17	主路输出电压调节旋钮
18	显示主路输出电压

（1）　开机前检查。

- 检查设备接地是否良好。
- 检查机器各部分是否完整正常。
- 检查设备配电是否满足设备规定的要求（要求 AC 220 V、50Hz）。

（2）　开机操作。

- 本电源作为稳压源使用时，开机前需将稳流调节旋钮 3、4 顺时针调至最大。
- 开机后，分别调节输出电压调节旋钮 5、6，调至需要的电压值，一般先调节输出电压粗调旋钮 5，使输出电压到需要值附近，然后再调节输出电压细调旋钮 6，得到准确的电压需要值。
- 此时稳压状态指示灯 8 应点亮。

（3）　两路可调电源独立使用。

图 11-35 中开关 5、6 全部弹出，可调电源作为稳压源使用。首先应将稳流调节旋钮 11 和 15 顺时针调节到最大，然后打开电源开关 1，调节旋钮 13 和 17，使从路和主路输出直流电压至需要的电压值。此时稳压状态指示灯 3 和 9 发光。

可调电源作为稳流源使用时，在打开电源开关 1 后，先将稳压调节旋钮 13 和 17 顺时针调节至最大，同时将稳流调节旋钮 11 和 15 反时针调节到最小，然后接上所需负载，再顺时针调节稳流调节旋钮 11 和 15 使输出电流至需要的稳定电流值。此时稳压状态指示灯 3 和 9 灭，稳流状态指示灯 2 和 8 发光（表头指示转向电流值时，调节输出恒流值）。

在作为稳压源使用时，稳流调节旋钮 11 和 15 一般调至最大位置。但是本电源也可以任意设定限流保护点。设定办法为：打开电源，反时针将稳流调节旋钮 11 和 15 到调最小，然后短接输出正，负端子，并顺时针调节稳流调节旋钮 11 和 15 使输出电流等于

所要求的限流保护点的电流值，此时限流保护点就被设定好了（调节时将表头指示转向电流值）。

（4） 两路可调电源串联使用。

首先应将主、从路输出端相串联，即从路的正端和主路的负端相短接。并将开关 5 按入，开关 6 弹出。此时调节主电源电压调节旋钮 17，从路的输出电压严格跟踪主路输出电压，使输出电压最高可达两个单路电压之和。

在两路电源串联以前，应先检查主路和从路电源的负端或正端是否有连接片与接地端相联，如有，则应将其断开，不然在两路电源串联时将造成短路。

在两路电源处于串联状态时，两路的输出电压由主路控制，但是两路的电流调节仍然是独立的。因此在两路串联时，为了保证有足够的电流输出，一般应将旋钮 11 和 15 顺时针调节至最大。

（5） 两路可调电源并联使用。

先应将主、从路输出端相并联，并将开关 5、6 全部按入。

调节主路电源电压旋钮 17，从路输出电压也同时受调节，同时从路稳流指示灯 2 发光。

在两路电源处于并联状态时，从路电源的稳流调节旋钮 11 不起作用。当电源作稳流源使用时，只需调节主路的稳流调节旋钮 11，此时主、从路的输出电流均受其控制并相同，输出电流为两路电流之和。

4. 注意事项及常见故障

（1） 本机设有完善的电源保护功能，由于电路中设置了调整管功率损耗控制电路，因此当输出发生短路时，大功率调整管上的功耗并不是很大，不会造成任何损坏。但是短路时仍有功率损耗，为了减少不必要的机器老化和能源消耗，仍应尽早发现并关掉电源，将故障排除。

（2） 使用完毕后，请放在干燥通风的地方，并保持清洁，若长期不使用，应将电源插头拔下后再存放。

（3） 对稳压电源进行维修时，必需将输入电源断开。

（4） 在开机或调压调流过程中，继电器发生“喀”的声音属正常现象。

（5） 开机后，如输出电压在某固定值，调节调压电位器，输出电压不变，此时虽然是空载工作，但有可能已进入稳流状态，检查稳流电位器是否被调得太小。

（6） 开机后输出电压即超过最大值，调节电压旋钮不起作用，大多是由于电压调整管（装在仪器后箱板散热器上的大功率三极管）被击穿所致。

11.6 吸锡器具的使用

吸锡器是一种修理电器用的工具，收集拆卸焊盘电子元件时融化的焊锡。有手动，电动两种。图 11-36 和图 11-37 所示分别为手动吸锡器和电动真空吸锡枪。

图 11-36　手动吸锡器

图 11-37　电动真空吸锡枪

1. 使用步骤

（1） 先把吸锡器活塞向下压至卡住。

（2） 用电烙铁加热焊点至焊料熔化。

（3） 移开电烙铁的同时，迅速把吸锡器咀贴上焊点，并按动吸锡器按钮。

（4） 一次吸不干净，可重复操作多次。

图 11-38 所示为吸锡器的使用情况。

图 11-38　吸锡器的使用

2. 使用技巧

（1） 手动吸锡器。

① 要确保吸锡器活塞密封良好。通电前，用手指堵住吸锡器头的小孔，按下按钮，如活塞不易弹出到位，说明密封是好的。

② 吸锡器头的孔径有不同尺寸，要选择合适的规格使用。

③ 吸锡器头用旧后，要适时更换新的。

④ 接触焊点以前，每次都蘸一点松香，改善焊锡的流动性。

⑤ 头部接触焊点的时间稍长些，当焊锡融化后，以焊点针脚为中心，手向外按顺时针方向画一个圆圈之后，再按动吸锡器按钮。

（2） 电动吸锡器。

若吸锡时，焊锡尚未充分熔化，则可能会造成引脚处有残留焊锡。遇到此类情况时，应在该引脚处补上少许焊锡，然后再用吸锡枪吸锡，从而将残留的焊锡清除。

根据元器件引脚的粗细，可选用不同规格的吸锡头。标准吸锡头内孔直径为 1mm、外径为 2.5mm。若元器件引脚间距较小，应选用内孔直径为 0.8mm、外径为 1.8mm 的吸锡头：若焊点大、引脚粗，可选用内孔直径为 1.5～2.0mm 的吸锡头。

吸锡器在使用一段时间后必须清理，否则内部活动的部分或头部会被焊锡卡住。清理的方式随着吸锡器的不同而不同，不过大部分都是将吸锡头拆下来，再分别清理。

（3） 拆焊方法。

① 常用的专业方法。

使用吸锡器拆卸集成块，这是一种常用的专业方法，使用工具为普通吸、焊两用电烙铁，功率在 35W 以上。拆卸集成块时，只要将加热后的两用电烙铁头放在要拆卸的集成块引脚上，待焊点锡融化后被吸入吸锡器内，全部引脚的焊锡吸完后，集成块即可拿掉。

② 其他方法。

- 用吸锡器进行拆焊：先将吸锡器里面的空气压出并卡住，再将被拆的焊点加热，使焊料熔化，然后把吸锡器的吸嘴对准熔化的焊料，然后按一下吸锡器上的小凸点，焊料就被吸进吸锡器内。
- 用吸锡电烙铁（电热吸锡器）拆焊：吸锡电烙铁也是一种专用拆焊电烙铁，它能在对焊点加热的同时，把锡吸入内腔，从而完成拆焊。拆焊是一件细致的工作，不能马虎从事，否则将造成元器件损坏、印制导线断裂、焊盘脱落等各类不应有的损失。
- 用吸锡带（铜编织线）进行拆焊：将吸锡带前端吃上松香，放在将要拆焊的焊点上，把电烙铁放在吸锡带上加热焊点，待焊锡熔化后，就被吸锡带吸去，如焊点上的焊料一次没有被吸完，可重复操作，直到吸完，再将吸锡带吸满焊料的部分剪去。

11.7 BGA 返修台的使用

11.7.1 时效 SV-550 返修台简介

SV-550 返修台采用主机和电箱一体化设计。整体示意图如图 11-39 所示。遥控器如图 11-40 所示，光学对位系统如图 11-41 所示。

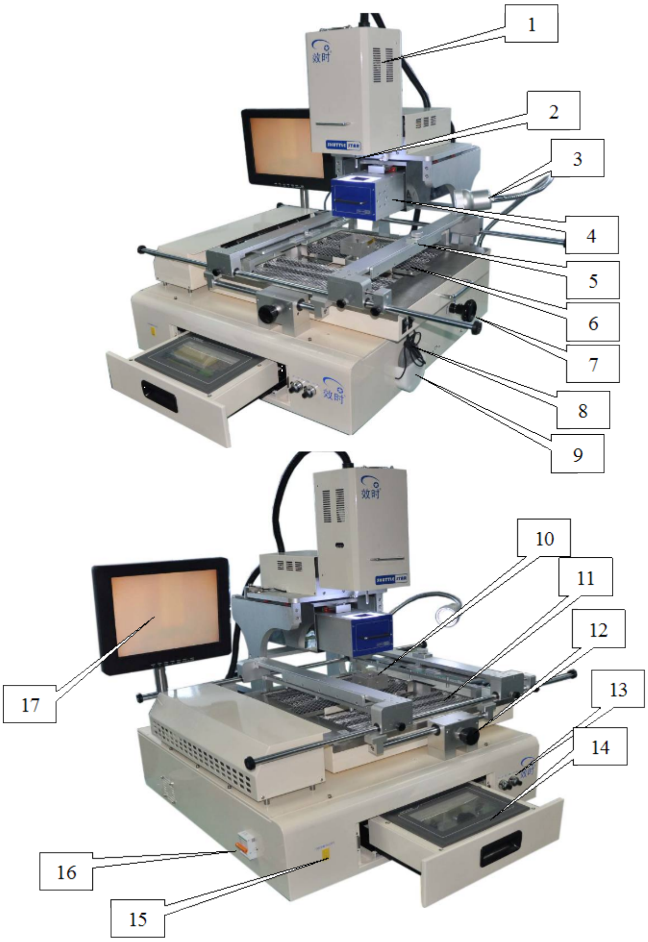


图 11-39　SV-550 返修台示意图

图 11-40　遥控器

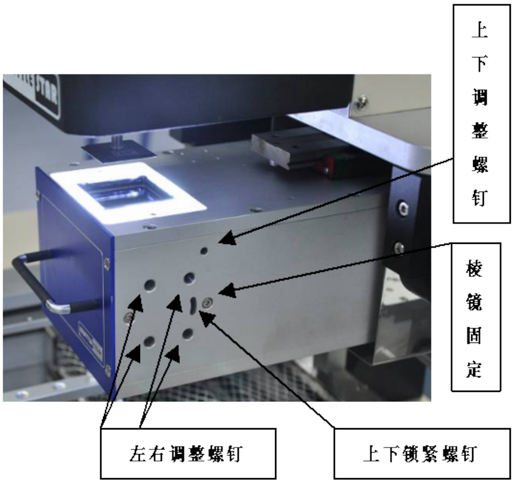


图 11-41　光学对位系统

部件名称：

① 上部风头；
② 吸嘴；
③ 照明灯；
④ 光学对位系统；
⑤ Y 向调节旋钮；
⑥ PCB 夹板装置；
⑦ 下部喷嘴上下调节旋钮；
⑧ 底部发热管开关；
⑨ 遥控器；
⑩ 下部喷嘴；
⑪ 底部发热管；
⑫ X 向调节旋钮；
⑬ 上下光源调节；
⑭ 触摸屏；
⑮ 测温接口；
⑯ 电源开关；
⑰ 显示屏。

11.7.2　操作步骤

完整返修一块需要更换 BGA 芯片的 PCB 板需要有如下几个步骤：

1. 烘烤

PCB 和 BGA 在返修前需放在恒温烘箱烘烤，烘烤温度一般设定在 80～100℃，时间为 8～20 小时。烘烤目的：去除 PCB 和 BGA 内部的潮气，杜绝返修加热时可能产生的爆裂现象。

湿度敏感等级与烘烤时间分别如表 11-6 和表 11-7 所示。

表 11-6　湿度敏感等级

等级	时间	保存环境（RH：表示相对湿度）
1	无限制	≤30℃/85% RH
2	一年	≤30℃/60% RH
2a	四周	≤30℃/60% RH
3	168 小时	≤30℃/60% RH
4	72 小时	≤30℃/60% RH
5	48 小时	≤30℃/60% RH
5a	24 小时	≤30℃/60% RH
6	按标签时间规定	≤30℃/60% RH

表 11-7　烘烤时间

封装厚度	湿度敏感等级	烘烤时间
≤1.4MM	2a	4 小时
	3	7 小时
	4	9 小时
	5	10 小时
	5a	14 小时
≤2.0MM	2a	18 小时
	3	24 小时
	3	31 小时
	5a	37 小时
≤4.0MM	2a	48 小时
	3	48 小时
	3	48 小时
	3	48 小时
	5a	48 小时

2.　夹板

（1）　选择适合 BGA 大小的上部喷嘴和下部喷嘴。

（2）　上部喷嘴安装在上部加热风头，可根据 BGA 位置角度调节。下部喷嘴安装在下部热风头，下喷嘴可通过下部喷嘴上下调节旋钮上下调节，其实物位置图如图 11-42 所示。

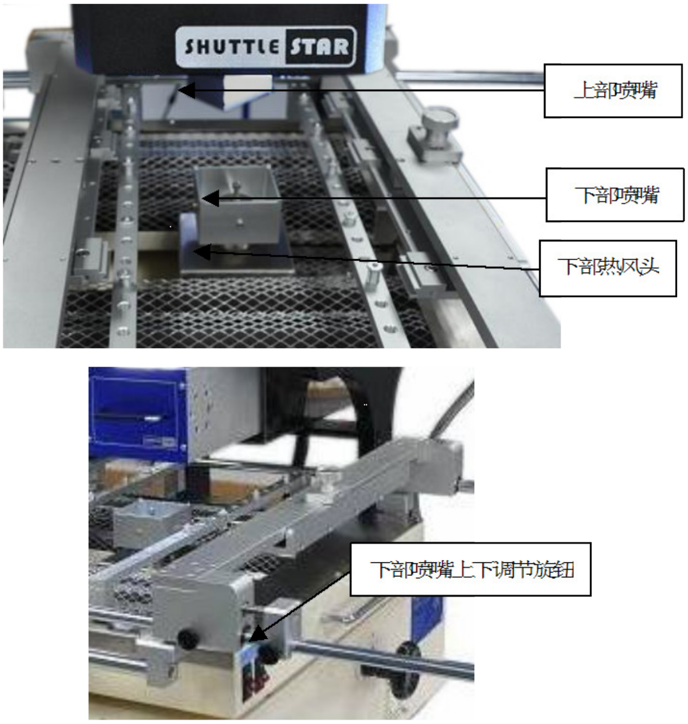


图 11-42　BGA 喷嘴实物位置图

（3） 调节 PCB 夹板装置和 PCB 底部支撑条，装 PCB 板前将左右两边 PCB 夹板装置和 PCB 底部支撑条靠近，向上旋起底部支撑顶柱（可根据 PCB 大小移动到相应位置）使其顶部平面与 PCB 定位支架台阶平面高度一致（预防加热时 PCB 板底部无支撑时发生变形），如图 11-43 所示。

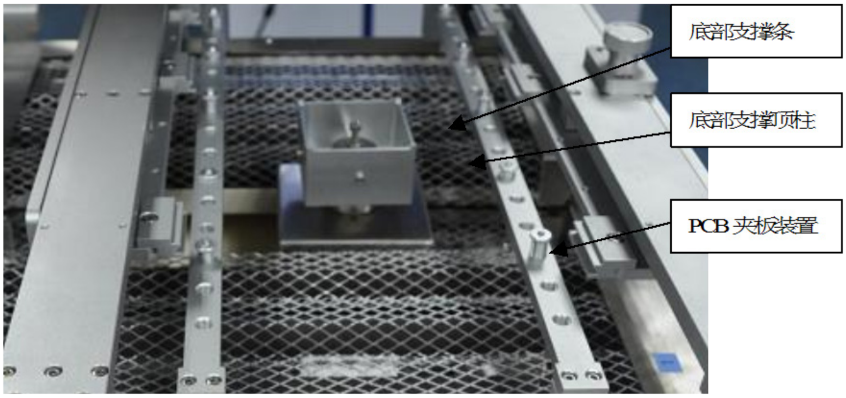


图 11-43 PCB 夹板装置和 PCB 底部支撑条

（4） 将 PCB 放置在底部支撑条上，使 BGA 中心和上部喷嘴中心及下部喷嘴中心一致，调节 PCB 夹板装置，使 PCB 板两边放在 PCB 夹板装置定位台阶上，锁紧 PCB 夹板装置定位机构。

（5） 调整 PCB 板 X 和 Y 向位置，使 BGA 边沿均在上部喷嘴内，再将 PCB 夹板装置定位机构锁紧，如图 11-44 所示。

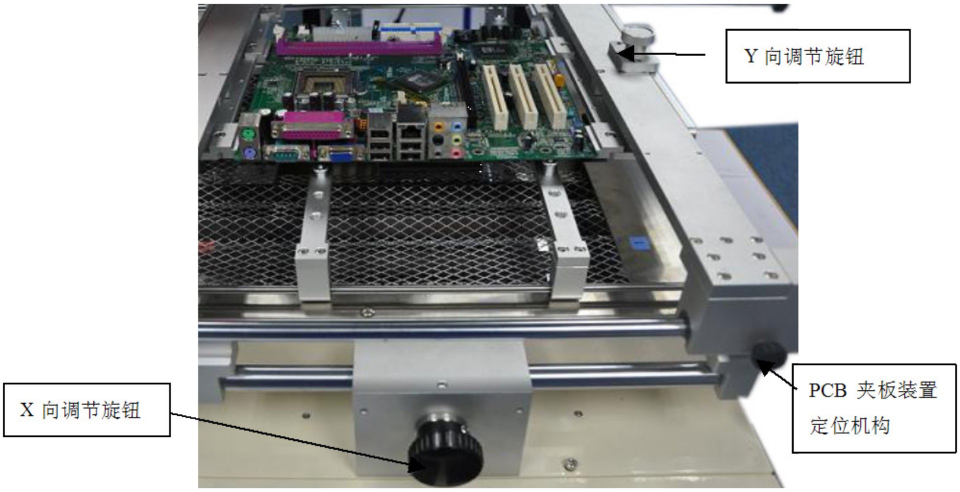


图 11-44 调整 PCB 板 X 和 Y 向位置

合格的装夹为整块 PCB 板位于底部红热发热板范围之内，使 PCB 板可以均匀预热。上部热风喷嘴大小刚好能够罩住 BGA，使其能够均匀受热，上部热风喷嘴、下部喷嘴和

BGA 这三者的中心位置基本重合。观察 PCB 板下部，能够看见支撑顶柱支撑到 PCB 板下表面，下部喷嘴能够支撑到 PCB 板下表面。

3. 拆卸

将 PCB 放到返修站定位支架上，按夹板方法将 PCB 板装夹好，选择合适的回流喷嘴，设置合适的温度曲线，然后按住下降按钮，将热风头下降到加热位置。点击拆卸，加热结束后，系统自动下降，当吸嘴接触 BGA 后，产生真空吸取 BGA，吸起 BGA 经 1 s 后，热风头上升。待冷却时间结束后再将 PCB 板从定位架上平稳取走、同时将拆下的 BGA 从吸嘴上取走即可。

4. 清理焊盘

如果 BGA 刚从 PCB 板上拆下，最好在拆下较短时间内清理 PCB 和 BGA 的焊盘，因为此时 PCB 板和 BGA 还未完全冷却，温差对焊盘的损伤较小。步骤如图 11-45 所示，与 PCB 清理焊盘步骤一致。

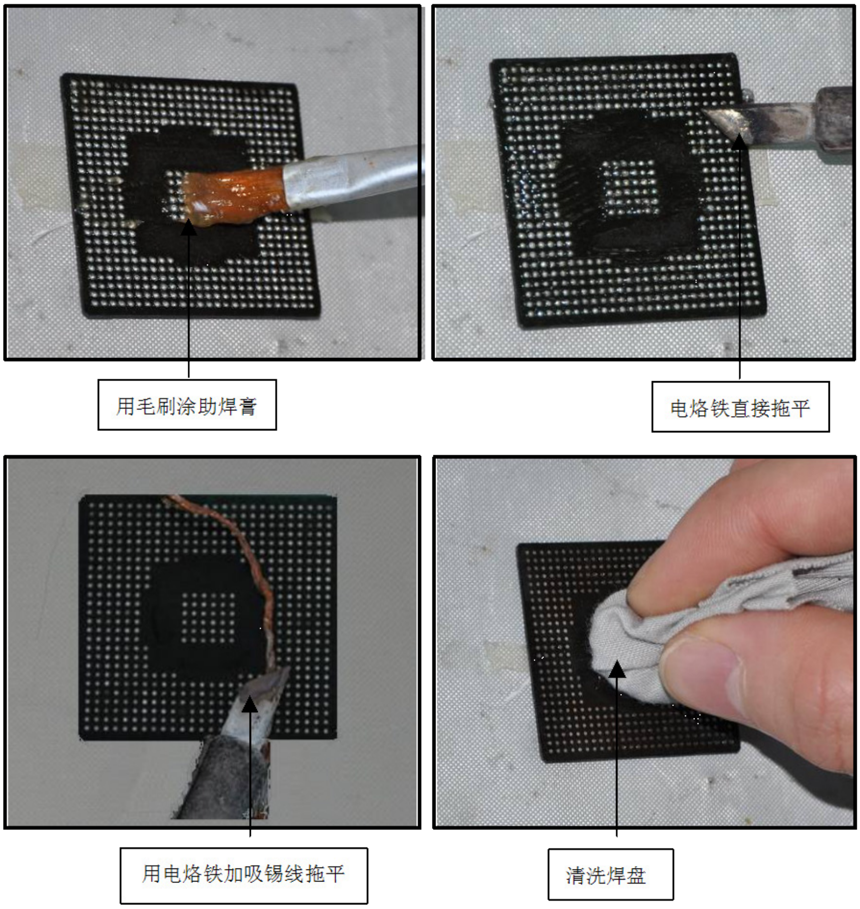


图 11-45　焊盘清理步骤

（1） 将电烙铁温度调至370℃（无铅）或320℃（有铅）。

（2） 在BGA焊盘上均匀涂抹助焊膏。

（3） 用电烙铁将BGA上残留的焊锡拖干净。

（4） 加吸锡线拖平BGA焊盘：确保BGA上焊盘平整、干净。

（5） 清洗焊盘：为了保证BGA的焊接可靠性，在清洗焊盘残留焊膏时尽量使用一些挥发性强的溶剂，如洗板水、工业酒精。

5. BGA植珠

（1） 选择与BGA配套的植珠钢网、锡珠、植珠台，将BGA植珠钢网放置在定位框与上盖之间，然后用螺钉锁住钢网（为了使钢网可微调，暂不要锁紧，使钢网可以移动）。

（2） 在BGA焊盘上均匀刷涂适量助焊膏。然后将BGA放置在植珠台上四块定位块的定位台阶面上，调节定位块使BGA四角在植珠台的对角线上，这样就确保了BGA大致在植珠台的中心位置。再旋紧定位块螺钉固定四块定位块使BGA得以定位。

（3） 将带有BGA植珠钢网的定位框和上盖放置在下模座上面，再移动植珠钢网使其上的孔能与BGA焊盘完全重合。如果此方法仍然达不到锡珠与钢网孔的对应（注意观察偏差在那边，方便调动），取下定位框和上盖，松开定位块螺钉，调整BGA位置，然后锁紧BGA，放上刚才取下来的定位框和上盖检查钢网上的孔是否与BGA焊点重合，确认达到要求后锁紧上盖与定位框的螺钉固定钢网位置，反之，可微调钢网对应后再锁紧螺钉，植珠流程示意图如图11-46所示。

（4） 调整BGA焊盘和植球钢网之间的高度差。

通过调整植株台下模座上螺钉高度使BGA焊盘和植球钢网之间的高度间隙为BGA锡球直径的2/3～3/4。确保每个钢网孔只能漏入一个锡球，且方便钢网的取出。

（5） 检查已准备好的锡珠是否符合要求，确认后往钢网上面加锡珠，轻轻晃动植珠台，让锡珠滚动通过钢网孔掉到待植珠的BGA焊盘上。检查无漏植的锡珠后，将多余的锡珠滚向一边再取走植珠台定位框以上部分（注意要倾斜放置以免锡珠从钢网小孔滚出），再取走植珠完成合格的BGA（如果在这时才发现有漏植锡珠的BGA时，就可用大小适中的镊子将锡珠补上）。植珠完成后，稍倾植珠台，将多余的锡珠往上盖的回收槽位置滚出收集回瓶内。

（6） 如需换其他规格的BGA或锡珠时重复以上1～4步。

6. BGA锡珠焊接

（1） 将植珠完的BGA放在锡珠焊接台加热区上加热，将锡珠焊接在BGA的焊盘上，设置好温控表的焊接温度（有铅约230℃，无铅约250℃）。

（2） 参数设置好后，等待焊接台达到焊接温度并保持恒温状态。

（3） 恒温后将BGA放在加热台的高温布上，并用热风筒配合加热。

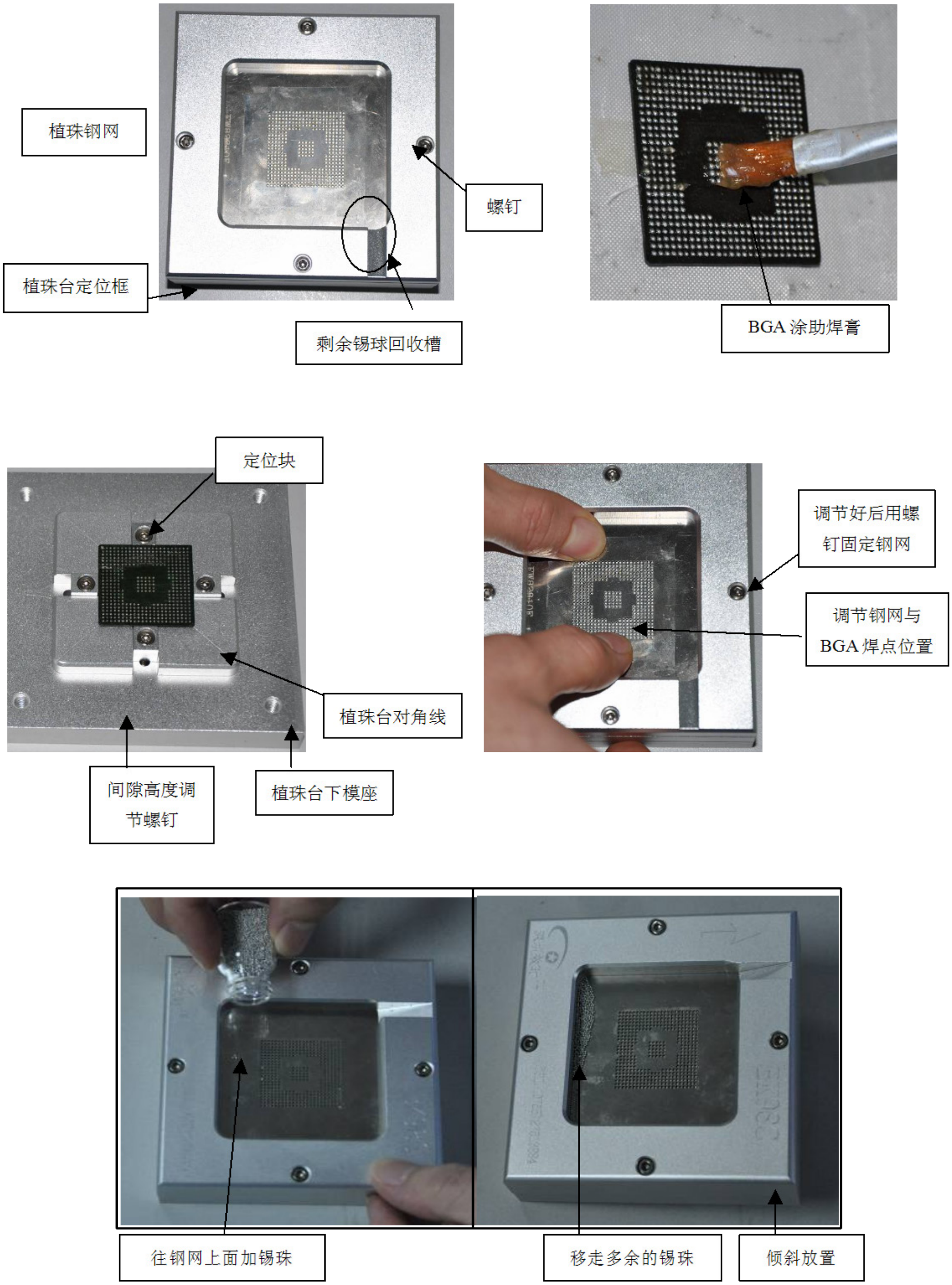


图 11-46　植珠流程示意图

（4） 待 BGA 的锡珠处于熔融状态，且表面光亮，有明显液态感，锡珠排列整齐，此时将 BGA 移至散热台，让其冷却，焊接完成，如图 11-47 所示。

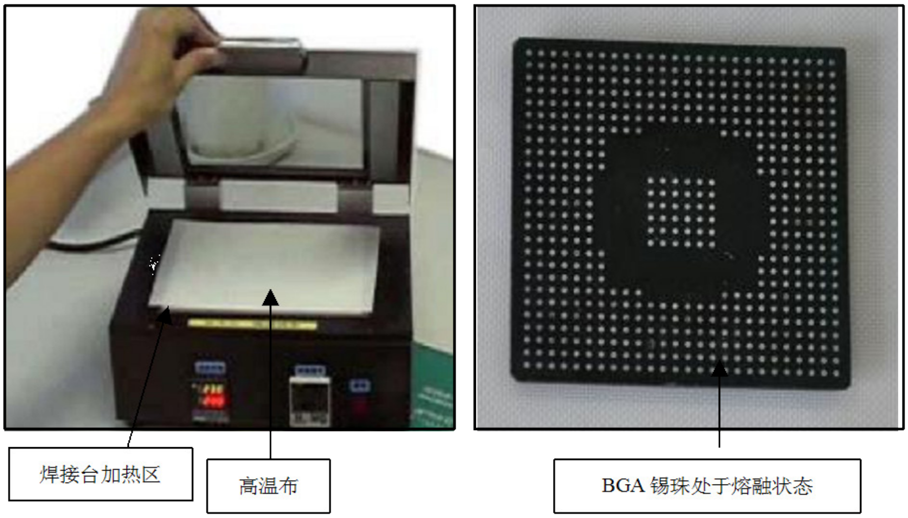


图 11-47 BGA 锡珠焊接

7. 涂助焊膏

（1） 为保证焊接质量，涂助焊膏前先检查 PCB 焊盘上有无灰尘，最好在每次刷涂助焊膏前都擦一下焊盘。

（2） 将 PCB 放置在工作台上用毛刷在焊盘位置涂上适量一层助焊膏，如涂过多会造成短路；反之，则容易空焊。所以焊膏涂布一定要均匀适量，以去除 BGA 锡球上的灰尘杂质，增强焊接效果（由于 PCB 与 BGA 刷涂助焊膏相似，此步骤省略）。

8. 利用光学对位系统对位

（1） 按夹板方法将 PCB 板夹持好。

（2） 将镜头拉出，移动到 BGA 焊盘正上方位置，通过显示屏观察 PCB 焊盘，调整遥控器放大/缩小键使 PCB 焊盘图像完整且充满整个显示屏屏幕，调节遥控器近/远调焦键使 PCB 板焊盘显示最清晰，再启动真空将待焊接的 BGA 吸取在吸嘴上，通过上下微调热风头位置使 BGA 上锡球能够在显示器上清晰的显示。

（3） 通过角度调节手柄、Y 向微调旋钮、X 向微调旋钮使 BGA 锡球图像和焊盘图像完全重合。

如：角度偏差——通过吸嘴角度调节手柄调整 BGA 角度。

前后偏差——通过 Y 向微调旋钮调整夹板装置。

左右偏差——通过 X 向微调旋钮调整夹板装置。

（4） 确认 BGA 和 PCB 板焊盘重合后，将镜头推回原位，按住下降按钮使热风头下降，当 BGA 贴住 PCB 板焊盘时，系统自动放掉真空，整个贴装动作完成。将热风头稍微抬起，使吸嘴距离 BGA 表面 1 mm 就可以按焊接按钮进行焊接。

9. 焊接

按夹板方法将 PCB 板装夹好，选择合适的焊接温度曲线和热风喷嘴，利用光学对位系统或者手工将 BGA 贴装好，将热风头下降到吸嘴距离 BGA 表面约 1 mm 的地方，启动触摸屏上的焊接按钮，系统自动加热，加热完成后。系统自动返回顶部，同时开始冷却，冷却结束后，就可以将焊接好的 PCB 板从夹板装置上取下。

11.7.3　使用注意事项

在使用返修工作台时，请注意以下事项：

（1） 打开热风返修台电源开关后，首先应检查上下热风喷嘴是否有冷风吹出，若无风吹出，严禁启动加热，否则可能烧毁加热器。

（2） 返修不同的 BGA，可设定不同的温度曲线段，各段温度设定最高一般不能超过 300℃；采用无铅返修时可根据 BGA 锡珠的焊接温度曲线参考设定。

（3） BGA 安装前，必须逐片检查 PCB 板焊盘和 BGA 锡珠是否良好；BGA 焊接后需逐片进行外观检查，如发现异常，应停止安装 BGA 并检测温度，待调整正常后方可进行焊接，否则可能会损坏 BGA 或 PCB 板。

（4） 机器表面需定时清洁，特别是要保持红外线发热管及防护网表面的清洁，防止污物积留在上面而影响正常热量辐射，导致焊接质量不良，并明显缩短红外发热体的使用寿命。

（5） 未经培训的操作人员不得随意更改各设定参数。

（6） 工作时不要用电扇或其他设备对返修台吹风，否则会导致加热器异常升温，烧坏工件。

（7） 开机后，高温发热区不能直接接触任何物体，否则可能会引起物件的烧毁，待加工 PCB 板应放在 PCB 板支撑架上。

（8） 工作时禁止用手触摸高温发热区，否则容易烫伤。

（9） 工作时，在返修台附近不要使用可燃喷头、液汽或气体。

（10） 不要取下电箱面板或盖板，电箱中有高压部件，可能会引起电击。

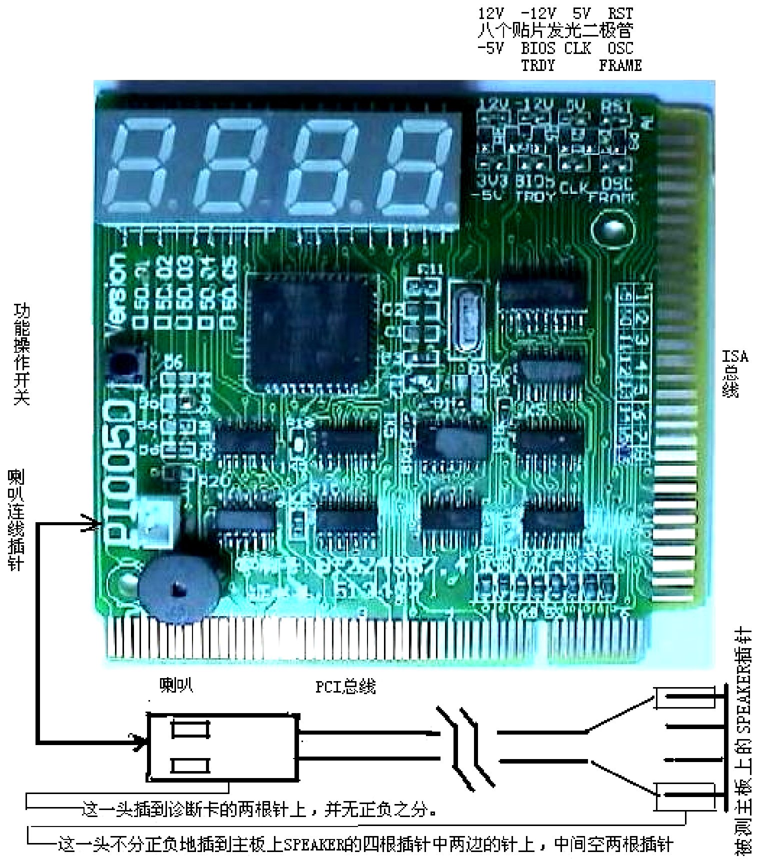
（11） 如在工作中有金属物体或液体落入返修台，立即断开电源，拔下电源线，待机器冷却后，再彻底清除落物、污垢；如上面留有污垢，重新开机工作时可能会发出异味。

（12） 系统如长时间不开机（大于 10 天），PLC 中的电池可能耗尽，导致参数丢失，此时请重新设置参数，或者定时开机给 PLC 充电，以防数据丢失。

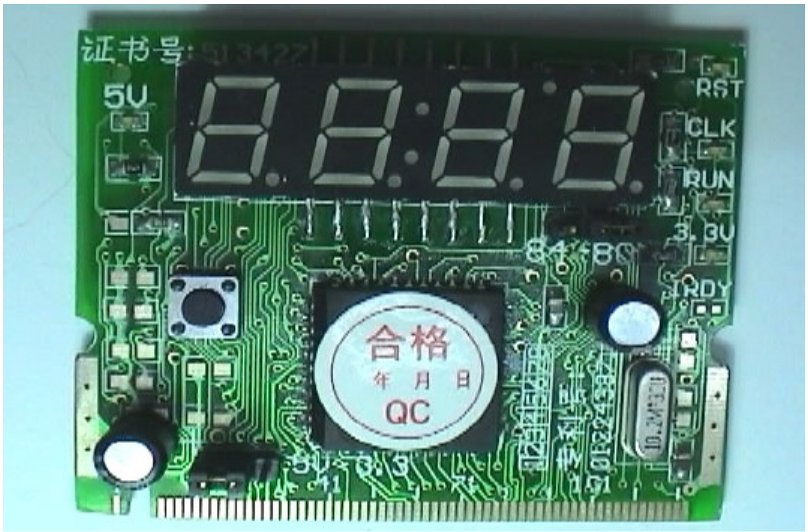
11.8　四位代码故障诊断卡的使用

1. 四位代码故障诊断卡外形图。

图 11-48 所示为 PI0050 型和 M04 型故障诊断卡外形。



（a）PI0050 型故障诊断卡外形



（b）M04 型故障诊断卡外形

图 11-48　PI0050 型和 M04 型故障诊断卡外形

2.　四位电脑诊断卡文字符号说明

四位电脑诊断卡文字符号说明如表 11-8 所示。

表 11-8　四位电脑诊断卡文字符号说明

文字代码	说　　明
0－－	主菜单第 0 种功能提示符，显示约半秒钟后进入自动电脑主板故障诊断功能
1－－－	主菜单第一种功能提示符，显示约半秒钟后进入代码查阅功能
2－－－	主菜单第二种功能提示符，显示约半秒钟后将总线速度参考值显示出来，值越大速度越快
3－－－	主菜单第三种功能提示符，显示约半秒钟后将本卡的版本号“5003”显示出来
4－－－	主菜单第四种功能提示符，显示约半秒钟后开始自检并显示“0000”、“1111”
5－－－	主菜单第五种功能提示符，显示约半秒后开始自检，只要四位都有显示，不论显示何笔画，则诊断卡自检全部通过，因自检内容增加很多，故许多符号是特殊的，用户不必管它
－P C I	诊断卡确认为被插到 PCI 槽，并等待您按开关进行代码“向后”翻查
－I S A	诊断卡确认为被插到 ISA 槽，并等待您按开关进行代码“向后”翻查
－－－P	现在是向后查代码状态，显示约半秒后将十六进制数的故障代码显示在千百位，将代码个数显示在十个位
P－－－	现在是向前查代码状态，显示约半秒后将十六进制数的故障代码显示在千百位，将代码个数显示在十个位
－E n d	表示当前处在向后翻查代码，且已经查到了最后一个（第 47 个）；按一次“长键”可切换为向前查代码方式，并显示“P－－－”，半秒后将第 47 个代码显示在千百位处，将代码个数“47”显示在十个位处；若连续按 2 次“长键”则退出代码翻查功能，进入主菜单的第二功能并显示“2－－”，半秒后显示十进制数速度参考值
E n d－	表示当前处在代码向前翻查功能，且已经查到了最前面的一个（第 0 个）；此时若按一次“长键”可退出本功能并切换到向后查代码方式，并显示“－－－P”，半秒后将第 0 个代码显示在千百位处，将代码个数“00”显示在十个位处；连续按 2 次“长键”则退出代码翻查功能，进入主菜单的第二功能并显示“2－－”，半秒后显示十进制数速度参考值

3.　使用注意事项

- 故障代码含义速查表是按代码值从小到大排序，卡中出码顺序由电脑主板上 BIOS 确定；
- 四位代码中分为两组两位代码。前两位（千位和百位）为一组；后两位（十位和个位）为另一组。您分别查看这两组代码的含义说明既不仅知道被测计算机故障自检不能通过的部件（由千位和百位显示）；并且知道计算机故障自检到最后所通过的部件（由十位和个位显示）；
- 未定义的代码表中未能列出；
- 对于不同 BIOS（常用的 AMI、Award、Phoenix）同一代码所代表的意义则不同，因此应弄清您所检测的电脑是属于哪一种类型的 BIOS，您可查阅您的电脑使用手册，或从电脑主板上的 BIOS 芯片上直接查看，也可以在启动的屏幕中直接看到；
- 有少数电脑主板的 PCI 槽只送出一部分代码，但 ISA 槽则有完整自检代码输出。且目前已发现有极个别原装机电脑主板的 ISA 槽无代码输出，而 PCI 槽则有完整代码输出，故建议您在查看代码不成功时，将本双槽卡换到另一种插槽试一下。另外，同一块电脑主板的不同 PCI 槽，有的槽有完整代码送出，如 DELL810 台式电脑主板上只有靠近 CPU 的一个 PCI 槽有完整代码显示，一直变化到“00”或“FF”，而其他 PCI 槽走到“38”后则不继续变化；
- 复位信号所需时间 ISA 与 PCI 不一定同步，故有可能 ISA 开始出代码，但 PCI 的

复位灯还未熄，故 PCI 代码停在起始代码上；

- 由于电脑主板品种和结构的多样性及 BIOS POST 代码不断更新，令紧接在代码后面的查找故障部件和范围的准确性受到影响，故《代码含义速查表》中说明的故障部件和范围只能作为参考。

4. 指示灯功能速查表

指示灯功能速查表如表 11-9 所示。

表 11-9　指示灯功能速查表

灯　　名	信号名称	说　　明
CLK	总线时钟	不论 ISA 或 PCI 只要电脑（无 CPU 等）接通电源就应常亮，否则 CLK 信号坏
BIOS	基本输入输出	电脑主板运行时对 BIOS 有读操作时就闪亮
IRDY	主设备准备好	有 IRDY 信号时才闪亮，否则不亮
OSC	振荡	是 ISA 槽的主振信号，空板通电则应常亮，否则电脑主板的晶体振荡电路不工作，而无 OSC 信号
FRAME	帧周期	PCI 槽有循环帧信号时灯才闪亮，平时常亮
RST	复位 RESET	开机或按了 RESET 开关后亮半秒钟熄灭属正常，若不灭是因电脑主板上的复位插针错接到加速开关或错接了短路，或复位电路损坏
12 V	电源	电脑上电即应常亮，否则无此电压或电脑主板有短路
-12 V	电源	同上
5 V	电源	同上
-5 V	电源	同上（只有 ISA 槽才有此电压）

5. 故障代码含义速查表

故障代码含义速查表如表 11-10 所示。

表 11-10　故障代码含义速查表

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
00	同 FF	同 FF	同 FF
01	处理器测试 1，处理器状态核实，如果测试失败，循环是无限的。试换 CPU，查 CPU 跳线或 CPU 设置错否	处理器寄存器的测试即将开始，非屏蔽中断即将停用。建议排除方法同左	CPU 寄存器测试正在进行或者失灵。建议排除方法同左
02	确定诊断的类型（正常或者制造）。如果键盘缓冲器含有数据就会失效。试查电脑主板中与键盘相关电路及键盘本身	使用非屏蔽中断；通过延迟开始。查电脑主板和 CPU	CMOS 写入/读出正在进行或者失灵。试查电脑主板电池等
03	清除 8042 键盘控制器，发出 TEST-KBRD 命令（AAH）。查键盘内部电路及软件	通电延迟已完成	ROM BIOS 检查部件正在进行或失灵。查电脑主板 BIOS 芯片是否已插好或周边电路发霉
04	使 8042 键盘控制器复位，核实 TESTKBRD。查电脑主板中键盘接口电路	键盘控制器较复位/通电测试。查电脑主板中的键盘控制部分的电路	可编程间隔计时器的测试正在进行或失灵。查电脑主板中与定时器相关的电路
05	如果不断重复制造测试 1 至 5，可获得 8042 控制状态。查电脑主板中键盘控制电路	已确定软复位/通电；即将启动 ROM.。查电脑主板 ROM 芯片及其支持电路	DMA 初始页面寄存器读/写测试正在进行或失灵。查电脑主板中与 DMA 有关的芯片及其外围电路

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
06	使电路片作初始准备，停用视频、奇偶性、DMA 电路片，以及清除 DMA 电路片，所有页面寄存器和 CMOS 寄存器的工作。查电脑主板中与 DMA 相关的电路		
07	处理器测试 2，核实 CPU 寄存器的工作。查 CPU 是否插好，或 CPU 坏，或 CPU 跳线等设置有错否	ROM BIOS 检查总和正常，键盘缓冲器已清除，向键盘发出 BAT（基本保证测试）命令。查电脑主板中键盘接口电路或试更换键盘	
08	使 CMOS 计时器作初始准备，正常地更新计时器的循环。查电脑主板中 CMOS 电路及芯片	已向键盘发出 BAT 命令，即将写入 BAT 命令。查电脑主板键盘控制电路及键盘本身	RAM 更新检验正在进行或失灵。查电脑主板的内存接口电路及内存槽和内存条
09	EPROM 检查总和且必须等于零才通过。查电脑主板的 BIOS 电路及芯片	核实键盘的基本保证测试，接着核实键盘命令字节。查电脑主板的键盘插座及试换键盘	第一个 64KB RAM 测试正在进行。查找方法同上
0A	使视频接口做初始准备。查与显卡有关的电路	发出键盘命令字节代码，即将写入命令字节数据。试换键盘	第一个 64KB RAM 芯片或数据线失灵，移位。同上
0B	测试 8254 芯片的 DMA 通道 0。查电脑主板中键盘控制电路及键盘中的控制电路	写入键盘控制器命令字节，即将发出引脚 23 和 24 的封锁/解锁命令。查键盘控制器电路	第一个 64KB RAM 的奇/偶逻辑失灵。同上
0C	测试 8254 通道 1。查键盘中的控制电路	键盘控制器引脚 23，24 已屏蔽/解锁；已发出 NOP 命令。试换键盘	第一个 64KB RAM 的地址线故障。同上
0D	① 检查 CPU 速度是否与系统时钟匹配。查 CPU 跳级及 CMOS 中关于 CPU 参数的设置。② 检查控制芯片已编程值是否符合初设置。③ 视频通道测试，如果失败，则鸣喇叭	已处理 NOP 命令；接着测试 CMOS 停开寄存器。查电脑主板中控制 CMOS 的相关电路	第一个 64KB RAM 的奇偶性失灵。同上
0E	测试 CMOS 停机字节。查电脑主板中 CMOS 芯片及电路	CMOS 状态寄存器读/写测试；将计算 CMOS 检查总和。查电脑主板 CMOS 芯片及其支持电路和电脑主板电池	初始化输入输出端口地址。同上。查电脑主板中与 I/O 相关的芯片及其外围电路，并注意插入的扩展卡等外部设备的 I/O 地址是否有冲突
0F	测试扩展的 CMOS	已计算 CMOS 检查总和写入诊断字节；CMOS 开始初始准备。查电脑主板电池及 CMOS 芯片	
10	测试 DMA 通道 0。查电脑主板中 DMA 芯片及电路	CMOS 已作初始准备，CMOS 状态寄存器即将为日期和时间作初始准备。查电脑主板中 CMOS 控制电路	第一个 64KB RAM 第 0 位故障。查电脑主板中内存管理电路及内存槽有否生锈？有杂物否？内存条坏否
11	测试 DMA 通道 1。查电脑主板中 DMA 芯片及该芯片周边电路	CMOS 状态寄存器已作初始准备，即将停用 DMA 和中断控制器。查电脑主板中与 DMA 和中断控制器有关芯片及其外围电路	第一个 64KB RAM 第 1 位故障。同代码 10

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
12	测试 DMA 页面寄存器。查电脑主板中 DMA 芯片及该芯片的周边电路	停用 DMA 控制器 1 以及中断控制器 1 和 2；即将视频显示器并使端口 B 做初始准备。查电脑主板或显卡中视频接口电路	第一个 64KB RAM 第 2 位故障。同代码 10
13	测试 8741 键盘控制器接口。查电脑主板中键盘接口电路	视频显示器已停用，端口 B 已作初始准备；即将开始电路片初始化/存储器自动检测。查显卡中控制芯片、显存芯片及其外围电路	第一个 64KB RAM 第 3 位故障。同代码 10
14	测试 8254 计时器 0。查电脑主板中的计时器电路	电路片初始化/存储器自动检测结束；8254 计时器测试即将开始工作。查电脑主板中 8254 或与计时器有关的芯片及其支持电路	第一个 64KB RAM 第 4 位故障。同代码 10
15	测 8259 中断屏蔽位。查电脑主板中的 8259 芯片及其周边电路	第 2 通道计时器测试了一半；8254 第 2 通道计时器即将完成测试。查电脑主板中计时器电路部分	第一个 64KB RAM 第 5 位故障。同代码 10
16	建立 8259 所用的中断矢量表。查电脑主板中 8259 芯片及其周围电路	第 2 通道计时器测试结束；8254 第 1 通道计时器即将完成测试。查电脑主板中计时器芯片及其外围	第一个 64KB RAM 第 6 位故障。同代码 10
17	调准视频输入/输出工作，若装有视频 BIOS 则启用。查显卡及电脑主板中与显卡有关的控制电路	第 1 通道计时器测试结束；8254 第 0 通道计时器即将完成测试。查电脑主板中计时器电路	第一个 64KB RAM 第 7 位故障。同代码 10
18	测试视频存储器，如果安装选用的视频 BIOS 通过本项测试，则可绕过。查显卡中的 BIOS 芯片及其周围电路	第 0 通道计时器测试结束；即将开始更新存储器。查电脑主板中内存管理电路，内存槽及内存条	第一个 64KB RAM 第 8 位故障。同代码 10
19	测试第 1 通道的中断控制器（8259）屏蔽位。查电脑主板中的 8259 芯片	已开始更新存储器	第一个 64KB RAM 第 9 位故障。同代码 10
1A	测试第 2 通道的中断控制器（8259）屏蔽位。查电脑主板中的 8259 芯片	正在触发存储器更新线路，即将检查 15 微秒通/断时间。查电脑主板内存芯片及其接口电路	第一个 64KB RAM 第 10 位故障。同代码 10
1B	测试 CMOS 电池电平。查电脑主板中电池有电否，有些板的电池装在 CMOS 模块里面，可拆下上盖更换电池	完成存储器更新时间 30 微秒测试；即将开始基本的 64KB 存储器测试。查电脑主板内存控制部分及内存槽和内存条	第一个 64KB RAM 第 11 位故障。同代码 10
1C	测试 CMOS 检查总和。查电脑主板中 CMOS 芯片及其电路		第一个 64KB RAM 第 12 位故障。同代码 10
1D	调定 CMOS 的配置。查电脑主板中 CMOS 芯片		第一个 64KB RAM 第 13 位故障。同代码 10
1E	测定系统存储器的大小，并且把它和 CMOS 值比较。查电脑主板中的 CMOS 电路及电脑主板中的内存		第一个 64KB RAM 第 14 位故障。同代码 10
1F	测试 64KB 存储器至最高 640KB。查电脑主板中的内存条或内存芯片		第一个 64KB RAM 第 15 位故障。同代码 10

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
20	测量固定的 8259 中断位。查电脑主板中 8259 芯片及周边电路	开始基本的 64KB 存储器测试；即将测试地址线。查电脑主板中内存接口及内存槽和内存条	从属 DMA 寄存器测试正在进行或失灵。查电脑主板中包含有 DMA 的芯片及其支持电路
21	维持不可屏蔽中断（NMI）位（奇偶性或输入/输出通道的检查）。查电脑主板中中断控制器芯片及其外围电路	通过地址线测试；即将触发奇偶性。查电脑主板中与内存奇偶位相关的数据线电路	主 DMA 寄存器测试正在进行或失灵。同上
22	测试 8259 的中断功能。查电脑主板中 8259 芯片及其周围电路	结束触发奇偶性；将开始串行数据读/写测试。查电脑主板中与内存控制部分和内存条、槽	主中断屏蔽寄存器测试正在进行或失灵。查电脑主板中与中断控制器有关的芯片及其外围电路
23	测试保护方式；虚拟方式和页面方式。查电脑主板内存芯片及其周围电路	基本的 64KB 串行数据读/写测试正常；即将开始中断矢量初始化之前的任何调节。查电脑主板中断控制器及与中断矢量有关的存储器部分	从属中断屏蔽寄存器测试正在进行或失灵。查电脑主板中与中断控制器有关的芯片及其外围电路
24	测定 1MB 以上的扩展存储器。查内存	矢量初始化之前的任何调节完成，即将开始中断矢量的初始准备。查电脑主板中断控制器部分	设置 ES 段地址寄存器注册表到内存高端。查电脑主板中与内存管理接口电路有关的芯片及其支持电路和内存条
25	测试除头一个 64KB 之后的所有存储器。查内存	完成中断矢量初始准备；查电脑主板中 8042 芯片及其外围	装入中断矢量正在进行或失灵。查电脑主板的内存控制电路及其内存槽和内存条
26	测试保护方式的例外情况。查 CPU 及电脑主板中的内存等	读写 8042 的输入/输出端口；即将为旋转式继续开始使全局数据做初始准备。查电脑主板中 8042 芯片部分	开启 A20 地址线使之参入寻址。查电脑主板中内存管理芯片 A20 引脚及其引脚的相关联的电路和内存槽中 A20 弹片是否接触不上内存条的金手指或内存条 A20 脚功能坏
27	测定超高速缓冲存储器的控制或屏蔽 RAM。查电脑主板中的 Cache 控制电路及内存条	全 1 数据初始准备结束；接着将进行中断矢量之后的任何初始准备。查电脑主板中断控制器部分	键盘控制器测试正在进行或失灵。查电脑主板中键盘接口电路
28	测定超高速缓冲存储器的控制或者特别的 8242 键盘控制器。查电脑主板 Cache 控制及电脑主板中键盘控制电路	完成中断矢量之后的初始准备；即将调定单色方式。查显卡接口部分	CMOS 电源故障/检查总和计算正在进行。查电脑主板中 CMOS 芯片及其关联电路和电脑主板中电流供电通路部分，试更换电源
29		已调定单色方式，即将调定彩色方式。查彩显卡	CMOS 配置有效性的检查正在进行。查电脑主板中 CMOS 写入电路
2A	使键盘控制器做初始准备。查电脑主板中的键盘控制器电路	已调定彩色方式，即将进行 ROM 测试前的触发奇偶性。查显卡 BIOS 芯片及支持电路	置空 64KB 基本内存。查电脑主板中内存接口电路和内存槽及内存条
2B	使软盘驱动器和控制器做初始准备。查电脑主板中的软驱控制电路及软驱本身是否有问题和多功能卡等	触发奇偶性结束；即将控制任选的视频 ROM 检查前所需的任何调节。查显卡 ROM 及其周边电路	屏幕存储器测试正在进行或者失灵。查电脑主板或显卡中的显存接口电路及显存芯片

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
2C	检查串行端口，并使之做初始准备。查电脑主板中的串口控制电路和多功能卡的串口电路	完成视频 ROM 控制之前的处理；即将杳看任选的视频 ROM 并加以控制。查显卡 ROM 芯片及相关电路	屏幕初始准备正在进行或失灵。查显卡接口电路
2D	检查并行端口，并使之做初始准备。查电脑主板中或多功能卡中的并行口的控制电路	已完成任选的视频 ROM 控制，即将进行视频 ROM 回复控制之后任何其他处理的控制。查显卡 BIOS 芯片及外围电路	屏幕回扫测试正在进行或失灵。查显卡 ROM 芯片及其控制电路
2E	使硬盘驱动器和控制器做初始准备。查电脑主板中或多功能卡中的控制电路或硬盘本身	从视频 ROM 控制之后的处理复原；如果没发现 EGA/VGA 就要进行显示器存储器读/写测试。查显卡中的显存及外围电路	检查视频 ROM 正在进行。查显卡 ROM 芯片及其控制电路
2F	检测数学协处理器，并使之做初始准备。查电脑主板中的数学处理器（486DX 以上 CPU 与数学处理器是合为一体的）	没发现 EGA/VGA；即将开始显示器存储器读/写测试。查显卡中的显存片及周边电路	
30	建立基本内存和扩展内存。查电脑主板中的内存槽及内存控制电路和内存条本身	通过显示器存储读/写测试；即将进行扫描检查。查显卡视频接口电路	认为屏幕是可以工作的
31	检测从 C800：0 至 EFFF：0 的选用 ROM，并使之做初始准备。查电脑主板中的 ROM 存储器及其控制电路	显示器存储器读/写测试或扫描检查失败，即将进行另一种显示器存储器读/写测试。查显卡中显存芯片及其外围电路	单色监视器是可以工作的
32	对电脑主板上 COM/LPT/FDD/声音设备等 I/O 芯片编程使之适合设置值。查电脑主板中类似多功能卡的部分电路，老电脑主板则试换一块多功能卡	通过另一种显示器存储器读/写测试；即将进行另一种显示器扫描检查。查显卡中视频接口电路	彩色监视器（40 列）是可以工作的
33		视频显示器检查结束；将开始利用调节开关和实际插卡检验显示器的类型。查显卡中视频控制电路	彩色监视器（80 列）是可以工作的
34		已检验显示适配器；接着将调定显示方式。试换显示卡	计时器滴答声中断测试正在进行或失灵。查电脑主板中中断控制器及计时器电路
35		完成调定显示方式；即将检查 BIOS ROM 的数据区。查显卡中 BIOS 芯片及外围	停机测试正在进行或失灵。查电脑主板中 BIOS 或试换 CPU
36		已检查 BIOS ROM 数据区；即将调定通电信息的游标。查显卡或试换显卡	门电路中 A－20 失灵。查找方法同代码“26”
37		识别通电信息的游标调定已完成；即将显示通电信息。试换显卡	保护方式中的意外中断
38		完成显示通电信息；即将读出新的游标位置。试换显卡	RAM 测试正在进行或者地址故障>FFFFh。查电脑主板中内存接口电路及内存槽和内存条
39		已读出保存游标位置，即将显示引用信息串。试换显卡	

（续表）

代　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
3A		引用信息串显示结束；即将显示发现<ESC>信息。试换显卡	间隔计时器通道 2 测试或失灵。查电脑主板中与定时计数器相关的部分
3B	用 OPTI 电路片（只是 486）使辅助超高速缓冲存储器做初始准备。查电脑主板中 OPTI 及高速缓存芯片及电路	已显示发现<ESC>信息；虚拟方式，存储器测试即将开始。查显卡中 ROM 部分	按日计算的日历时钟测试正在进行或失灵。查电脑主板中 CMOS 及计时电路
3C	建立允许进入 CMOS 设置的标志。查电脑主板中的 RAM 电路及 CMOS 电路		串行端口测试正在进行或失灵。查电脑主板或多功能卡中 COM 口的接口电源
3D	初始化键盘/PS2 鼠标/PNP 设备及总内存节点。查键盘、鼠标、即插即用部件等		并行端口测试正在进行或失灵。查电脑主板或多功能卡中 LPT 口的接口电路
3E	尝试打开 L2 高速缓存。查电脑主板中的 Cache 及相关控制电路		数学处理器测试正在进行或失灵。低于 486DX 则试换数学处理器及查电脑主板中与数学处理器接口电路及插座等，486DX 以上则试更换 CPU 及查电脑主板中 CPU 座，CPU 电源频率跳线等设置
40		已开始准备虚拟方式的测试；即将从视频存储器来检验。查显卡	调整 CPU 速度，使之与外围时钟精确匹配。查电脑主板的主频振荡定时计数器部分或试换 CPU 或试将 CPU 降频
41	中断已打开，将初始化数据以便于 0：0 检测内存转换。查中断控制器或内存	从视频存储器检验之后复原；即将准备描述符表。查显卡	系统插件板选择失灵。查电脑主板中与该插件板的接口部分
42	显示窗口进入 SETUP	描述符表已准备好；即将进行虚拟方式做存储器测试。查内存部分	扩展 CMOS RAM 故障。查电脑主板中 CMOS RAM 芯片及其外围电路
43	若是即插即用 BIOS，则串口、并口初始化。查电脑主板的串口，并口控制电路	进入虚拟方式；即将为诊断方式实现中断；查内存部分	
44		已实现中断（如已接通诊断开关）；即将使数据做初始准备以检查存储器在 0：0 返转。查内存部分	BIOS 中断进行初始化。查电脑主板中断控制器部分
45	初始化数学处理器。是 486DX 以上则换 CPU，否则查数学处理器	数据已作初始准备；即将检查存储器在 0：0 返转以及找出系统存储器的规模。查内存部分	
46		测试存储器已返回；存储器大小计算完毕，即半写入页面来测试存储器。查内存部分	检查只读存储器 ROM 版本。查电脑主板中 BIOS 芯片及其支持电路
47		即将在扩展的存储器试写页面；即将基本 640KB 存储器写入页面。查内存部分	

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
48		已将基本存储器试写入页面；即将确定 1MB 以上的存储器。查内存部分	视频检查，CMOS 重新配置。查电脑主板或显卡中的视频接口部件及电脑主板中 CMOS 芯片及其外围电路
49		找出 1MB 以下的存储器并检验，即将确定 1MB 以上的存储器。查内存部分	
4A		找出 1MB 以上的存储器并检验；即将检查 BIOS ROM 的数据区。查内存部分	进行视频的初始化。查电脑主板或显卡中的视频接口部分
4B		BIOS ROM 数据区的检验结束，即将检查＜ESC＞和为软复位清除 1MB 以上的存储器。查内存部分	
4C		清除 1MB 以上的存储器（软复位）即将清除 1MB 以上的存储器。查内存部分	屏蔽视频 BIOS ROM。查电脑主板或显卡中 BIOS ROM 芯片及其支持电路
4D		已清除 1Mb 以上的存储器（软复位）；将保存存储器的大小。查内存部分	
4E	若检测到有错误，在显示器上显示错误信息，并等待客户按（F1）键继续。属非致命性故障，请根据屏幕提示排除错误	开始存储器的测试：（无软复位）；即将显示第一个 64KB 存储器的测试。查内存部分	显示版权信息。查电脑主板或显卡的 RAM 芯片及支持电路或当“死机”排查
4F	如果没有密码则等待输入密码，请输入正确的密码，如果忘记了密码，则清除密码	开始显示存储器的大小，正在测试存储器将使之更新；将进行串行和随机的存储器测试。查内存部分	
50	将当前 BIOS 临时区内的 CMOS 值存到 CMOS 中。查电脑主板中 CMOS 芯片及其周边电路	完成 1MB 以下的存储器测试；即将高速存储器的大小以便再定位和掩蔽。查内存部分	将 CPU 类型和速度送到屏幕。查找方法同代码“4F”
51		测试 1MB 以上的存储器。查内存部分	
52	所有 ISA 只读存储器 ROM 进行初始化（笔记本电脑是对所有只读存储器 ROM 进行初始化），最终给 PCI 分配 IRQ 号等初始化工作。查电脑主板或扩展卡中的 ROM 芯片及其外围电路	已完成 1MB 以上的存储器测试；即将准备回到实址方式。查电脑主板中内存控制电路及内存条	进入键盘检测。查电脑主板的键盘接口电路或试更换键盘
53	如果不是即插即用 BIOS，则初始化串口、并口和设置时钟值。查电脑主板中的串、并口的接口电路及 CMOS 的相关部分	保存 CPU 寄存器和存储器的大小，将进入实址方式。查内存部分	
54		成功地开启实址方式；即将复原准备停机时保存的寄存器。查内存部分	扫描“打击键”。试更换键盘
55		寄存器已复原，将停用门电路 A－20 的地址线。查与 A20 有关的电路	

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
56		成功地停用 A－20 的地址线；即将检查 BIOS ROM 数据区。查 A20 在地址线的逻辑电路	键盘测试结束。试换键盘
57		BIOS ROM 的数据区检查结束；将清除发现＜ESC＞信息。查电脑主板的 BIOS 芯片及周边电路	
58		BIOS ROM 的数据区检查了一半；继续进行。查 BIOS 及相关联电路	非设置中断测试。查电脑主板中与中断控制器相关电路
59		已清除＜ESC＞信息；信息已显示；即将开始 DMA 和中断控制器的测试。查电脑主板中 DMA 部分	
5A			显示按“F2”键进行设置
5B			测试基本内存地址线。查电脑主板中有关内存地址线 A0～A19 的逻辑部分
5C			测试 640KB 基本内存。查电脑主板内存控制电路，内存槽及内存条
60	设置硬盘引导扇区病毒保护功能。查硬盘引导扇区是否正常	通过 DMA 页面寄存器的测试；即将检验视频存储器。查显卡中的显存部分	测试扩展内存。查电脑主板扩展内存管理电路和内存槽及内存条
61	显示系统配置表。如果停在“61”不动，则电脑主板死机。试查电脑主板和 CPU 的频率，电压等查找死机原因	视频存储器检验结束；即将进行 DMA ＃1 基本寄存器的测试。查电脑主板中 DMA 部分	
62	开始用中断 19H 进行系统引导。若“62”不变，则电脑主板已死机。查 CPU、电脑主板频率、电压的设置等有错否或换 CPU 内存，扩展卡试试	通过 DMA＃1 基本寄存器的测试；即将进行 DMA＃2 寄存器的测试。查电脑主板中 DMA 部分	测试扩展内存地址线。查电脑主板中位于扩展内存范围的地址线的控制逻辑部分
63		通过 DMA＃2 基本寄存器的测试；即将检查 BIOS ROM 数据区。查电脑主板的 BIOS 芯片及外围电路	
64		BIOS ROM 数据区检查了一半，继续进行。查电脑主板的 BIOS 芯片及外围电路	
65		BIOS ROM 数据区检查结束；将把 DMA 装置 1 和 2 编程。查电脑主板中 DMA 部分	Cache 注册表进行优化配置。查电脑主板高速缓存的控制电路及 RAM 部分
66		DMA 装置 1 和 2 编程结束；即将使用 59 号中断控制器作初始准备。查电脑主板中断控制部分	
67		8259 初始准备已结束；即将开始键盘测试。查电脑主板键盘接口及键盘本身	

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
68			使外部Cache和CPU内部Cache都工作。查看 CMOS 设置是否关闭了该项目的设置
6A			测试显示外部 Cache 值。查电脑主板中高速缓存芯片及其控制线路
6C			显示被屏蔽内容。若停在“6C”不动则可参照“死机”分析
6E			显示附属配置信息。参照“死机”查找原因
70			检测到的错误信息送到屏幕显示。根据屏幕提示排除错误
72			检测配置有否错误。重新设置使之符合实际配置后再开机
74			测试实时时钟。查电脑主板中定时计数器部分
76			扫描键盘错误。查键盘是否有键被压下不弹起，或试更换键盘
7A			锁键盘。试换键盘
7C			设置硬件中断矢量。查电脑主板中断控制器芯片及外围电路
7E			测试是否安装数学处理器
80		键盘测试开始，正在清除和检查有没有键卡住，即将使键盘复原。查电脑主板中键盘接口与键盘	关闭可编程输入/输出设备。查电脑主板 I/O 控制电路部分
81		找出键盘复原的错误卡住的键；即将发出键盘控制端口的测试命令。查电脑主板中键盘控制电路及键盘	
82		键盘控制器接口测试结束，即将写入命令字节和使循环缓冲器做初始准备。查电脑主板中键盘接口及键盘	
83		已写入命令字节，已完成全局数据的初始准备；即将检查有没有键锁住。试更换键盘	
84		已检查是否有锁住的键，即将检查存储器是否与 CMOS 失配。查内存及 CMOS 部分	检测和安装固定并行口。查电脑主板或多功能卡的开口控制部分
85		已检查存储器的大小；即将显示软错误和口令或旁通安排。查 CMOS 设置内容	
86		已检查口令；即将进行旁通安排前的编程。查 CMOS 设置是否正确	重新打开可编程 I/O 设备和检测固定 I/O 是否有冲突。查各种插卡的 I/O 地址端口是否有重叠的，若有则改变其中一个 I/O 的地址值再试开机

（续表）

代　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
87		完成安排前的编程，将进行 CMOS 安排的编程。查 CMOS 芯片及周边和电池等	
88		从 CMOS 安排程序复原清除屏幕，即将进行后面的编程。查电脑主板 CMOS 接口等	初始化 BIOS 数据区。查电脑主板 RAM 控制线路及内存条或 BIOS ROM
89		完成安排后的编程；即将显示通电屏幕信息。试换显卡，可参照“死机”查找原因	
8A		显示头一个屏幕信息。可参照“死机”排查	进行扩展 BIOS 数据区初始化
8B		显示了信息，即将屏蔽主要和视频 BIOS。查电脑主板或显卡中视频接口部分	
8C		成功地屏蔽主要和视频 BIOS，将开始 CMOS 后的安排任选项的编程。查 CMOS 及周围电路	进行软驱控制器初始化。查电脑主板或多功能卡中软驱接口电路
8D		已经安排任选项编程，接着检查滑鼠和进行初始准备。查电脑主板或多功能卡中串口部分	
8E		检查了滑鼠以及完成初始准备；即将把硬、软磁盘复位。查电脑主板或多功能卡中的软、硬驱接口电路	
8F		软磁盘已检查，该磁碟将做初始准备，随后配备软磁碟。查电脑主板或多功能卡中软、硬接口部分	
90		软磁碟配置结束，将测试硬磁碟的存在。试换软驱	硬盘控制器进行初始化。查电脑主板或多功能卡中控制部分
91		硬磁碟存在测试结束；随后配置硬磁碟。查硬驱部分	局部总线硬盘控制器初始化。查电脑主板中硬盘接口电路
92		硬磁碟配置完成；即将检查 BIOS ROM 的数据区。查电脑主板中 ROM 及相关联的部分	跳转到用户路径 2
93		BIOS ROM 的数据区已检查一半；继续进行。查电脑主板中相关 BIOS 部分	
94		BIOS ROM 的数据区检查完毕，即调定基本和扩展存储器的大小。查内存部分	关闭 A20 地址线。查电脑主板内存接口电路中的第 A20 条地址线相关电路
95		因应滑鼠和硬磁碟 47 型支持而调节好存储器的大小；即将检验显示存储器。查电脑主板中的显存芯片及周边电路	
96		检验显示存储器后复原；即将进行 C800：0 任选 ROM 控制之前的初始准备。查电脑主板中内存的 ROM 部分	“ES 段”注册表清除

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
97		C800：0 任选 ROM 控制之前的任何初始准备结束，接着进行任选 ROM 的检查及控制。查电脑主板的 BIOS 芯片及周围电路	
98		任选 ROM 的控制完成；即将进行任选 ROM 回复控制之后所需的任何处理。查电脑主板 BIOS 及周边	查找 ROM 选择
99		任选 ROM 测试之后所需的任何初始准备结束；即将建立计时器的数据区或打印机基本地址。查电脑主板的定时计数器和 I/O 接口部分	
9A		调定计时器和打印基本地址后的返回操作；即将调定 RS－232 基本地址。查电脑主板的 COM 接口电路	屏蔽 ROM 选择
9B		在 RS－232 基本地址之后返回，即将进行协处理器测试之初始准备。查电脑主板的 COM 接口部分	
9C		协处理器测试之前所需初始准备结束；接着使协处理器作初始准备。486DX 以上则试换 CPU	建立电源节能管理
9D		协处理器作好初始准备，即将进行协处理器测试之后的任何初始准备。486DX 以上则试换 CPU	
9E		完成协处理器之后的初始准备，将检查扩展键盘，键盘识别符，以及数字锁定。查电脑主板中键盘接口及键盘	开放硬件中断
9F		已检查扩展键盘，调定识别标志，数字锁接通或断开，将发出键盘识别命令。查键盘	
A0		发出键盘识别命令；即将使键盘识别标志复原。试更换键盘	设置时间和中断。查电脑主板中的 CMOS 及中断控制器部分
A1		键盘识别标志复原；接着进行高速缓冲存储器的测试。查电脑主板的 Cache 部分	
A2		高速缓冲存储器测试结束；即将显示任何软错误。根据屏幕提示排除错误	检查键盘锁。试更换键盘
A3		软错误显示完毕；即将调定键盘打击的速率。通过 CMOS 设置键盘重复速率使之恰当	
A4		调好键盘的打击速率，即将制订存储器的等待状态。查 RAM 控制部分	键盘重复输入速率的初始化。试更换键盘
A5		存储器等候状态制定完毕；接着将清除屏幕。查显卡部分	
A6		屏幕已清除；即将启动奇偶性和不可屏蔽中断。查电脑主板中断控制器部分	

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
A7		已启用不可屏蔽中断和奇偶性；即将进行控制任选 ROM 在 E000：0 之所需的任何初始准备。查电脑主板中 BIOS 及周边	
A8		控制 ROM 在 E000：0 之前的初始准备结束，接着将控制 E000：0 之所需的任何初始准备	清除“F2”键提示
A9		从控制 E000：0ROM 返回，将进行 E000：0 可选 ROM 控制前的初始化	
AA		在 E000：0 控制任选 ROM 之后的初始准备结束；即将显示系统的配置	扫描“F2”键打击
AC			进入设置
AE			清除通电自检标志
B0			检查非关键性错误。接上显示器，根据屏幕提示排除错误
B2			通电自检完成准备进入操作系统引导。查操作系统，软件是否正常
B4			蜂鸣器响一声
B6			检测密码设置（可选）
B8			清除全部描述表
BC			清除校验检查值
BE	引导程序缺省值进入控制芯片，符合可调制二进制缺省值表		清除屏幕（可选）
BF	测试 CMOS 建立值。查电脑主板中 CMOS 芯片及其相关电路		检测病毒，提示做资料备份
C0	初始化高速缓存。查电脑主板的 Cache 部分电路		用中断 19 试引导
C1	内存自检。查电脑主板的内存控制电跨和内存槽及内存条		查找引导扇区中的“55、AA”标记
C2	试写内存的开头 512K 字节。查电脑主板的内存控制电路及内存槽和内存条		
C3	第一个 256KB 内存测试。查电脑主板的内存控制电路及内存槽和内存条		
C4	基本内存除前 256KB 以外的测试，查电脑主板的内存控制电路及内存槽和内存条		
C5	从 ROM 内复制 BIOS 进行快速自检。查电脑主板的 BIOS ROM 芯片和内存控制电路及内存条		
C6	高速缓存自检。查电脑主板的 Cache、RAM 控制电路及内存槽和内存条		

（续表）

代　　码	Award	AMI	Phoenix/Tandy3000
CA	检测 Micronies 超高速缓冲存储器（如果存在），并使之作初始准备。查电脑主板超高速存储器的相关部分		
CC	关断不可屏蔽中断处理器。查电脑主板的非屏蔽中断控制器电路		
EE	处理器意料不到的例外情况。查电源、扩展卡、内存条等部件与电脑主板之间连接接触不良，可参考“死机”现象排除错误		
FF	由一系列其他代码到“00”，则电脑主板自检已通过，OK。 出“00”，且不变码，则为电脑主板没有运行，查 CPU、CPU 跳线或 CPU 设置是否正确，电源是否正常，电脑主板电池等处有无发霉 如果您在 CMOS 中设置为不提示错，则遇到非致命性故障时，诊断卡不会停下来而接着往后走，一直到“00”，解决方法为更改 CMOS 设置为提示所有错误再开机，这时若有非致命故障则停住，再根据代码排除错误	同左	同左